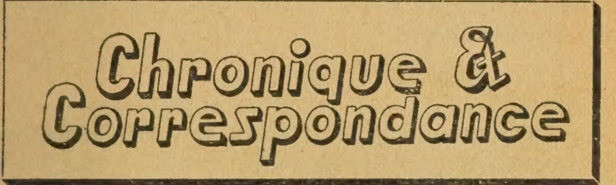
REVUE GENERALE DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUEES
ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

TOME LXVI Novembre-Décembre 1959 N°s 11-12



Aspects récents de l'histoire épistémologique

L'évolution actuelle de l'histoire des Sciences se fera bientôt encore plus rapide : on en juge par divers indices. L'un d'eux émane d'une publication notoire de M. H. Freudenthal, professeur à l'Université d'Utrecht. Sous le titre «*Logique mathématique appliquée*», elle aborde en fait des thèmes très amples : par exemple, les mathématiques aussi bien à l'état de recherches pures qu'en instance d'applications, et comparativement, aux deux mêmes titres, la logique opératoire, souvent proposée à l'appui des phénomènes de la pensée et du langage, mais soutien théorique plus efficient en divers champs d'études (*réseaux électriques, machines à calculer*). Il y a surtout une action de la logique sur la philosophie et sur l'analyse linguistique, à laquelle la logique nouvelle participe par son symbolisme.

Or l'histoire épistémologique doit retenir toutes les influences de ce genre, lesquelles contribuent à un *déterminisme partiel* de la pensée scientifique. Si vraiment, il est légitime d'y prétendre, l'histoire ne peut ignorer les cheminements propres à l'établir. Elle se doit alors d'ordonner, d'une manière objective et naturelle, les faits capables d'éclairer cet état de choses.

Bien entendu, il s'agit là du jeu d'un mécanisme fort complexe. Et pourtant un aspect en émerge dès l'abord : c'est la tendance très large à la *mathématisation*. Elle prévaut mainte fois, en atteignant, dans les champs où on l'observe, un degré

plus ou moins élevé. Et le moment est proche où ce phénomène principal, avec son cortège d'actions secondaires (mise en concepts et terminologie en des domaines moins ouverts à l'opératoire) prendra rôle essentiel pour guider la tâche des historiens.

Ces remarques ont été formulées en quelques-unes de mes études récentes.

A. 1°) Le *repérage de la pensée mathématique et ses applications à la recherche.* — 2°) *Aspects de la mathématisation* (Conférences Palais de la Découverte, série A, n°s 223 et 242).

B. *Aspects récents de la pensée théorique globale.* Journ. de Psych., année 1958, n° 4.



J'ai parlé d'une évolution. On la voit très nette en deux ouvrages importants, dont je n'entends d'ailleurs pas dresser, de près ou de loin, le bilan extensif ! Chacun d'eux a comblé par avance les désirs du lecteur pour tout ce qui est tables analytiques, index des noms, index des thèmes. Et seul ici le coefficient épistémologique va retenir l'attention. Il s'agit chaque fois d'une histoire des sciences dans un cadre des plus étendus. Chaque fois se présente donc un écueil : celui d'assigner par option un ordre, si possible naturel, à un ensemble de développements lequel est, sans plus, *partiellement ordonné* (1).

Je dirai quelques mots du premier :

Histoire de la Science des origines au XXe siècle,

dans l'Encyclopédie de la Pléiade - NRF - 1957 (environ 2 000 p.). pour rendre hommage à Maurice Daumas, qui a pris la direction Mesurant et faisant apprécier au lecteur les difficultés d'une telle œuvre, collective par nature, l'auteur a dégagé, en une préface de près de cinquante pages, les principes généraux dont il s'est inspiré pour établir le plan d'ensemble, avec description préalable de la manière dont a évolué la « condition du créateur scientifique ». La pose de cette première assise, intitulée *la vie scientifique* (190 pages), par l'auteur principal, permet ensuite la greffe des divers rameaux, en vue d'une synthèse qui, malgré la collaboration de spécialistes, va s'offrir comme une histoire de la Science, attentive aux interactions des courants de pensée, souvent issus d'objectifs bien distincts, et non pas comme une histoire des différentes sciences, prises tour à tour, et ainsi

(1) On peut juger, par cette phrase, des incidences de l'esprit mathématisant sur le langage courant. La locution en italique rappelle en bref qu'il serait abusif de grouper plusieurs découvertes synchrones (ou presque) en des champs dtfférents (mathématiqes, biologie, sciences physico-chimiques). Et pourtant, n'y a-t-il un mûrissement global, attaquant toutes les branches de la connaissance ?

découpées selon des modes parfois injustifiés. Les articulations unitaires sont donc en bonne place. Quant au déterminisme dont je parlais tout à l'heure, il est déjà l'objet d'une projection faite à grands traits dans un *tableau synchronique,* lequel succède à l'exposé proprement dit. Ce tableau se partage en deux tronçons :

a) *De l'Antiquité à la fin du Moyen Age* : chaque page se décompose pour cette période en une colonne étroite indiquant approximativement les dates et deux larges colonnes sous les rubriques respectives :

Repères historiques. *Civilisation technique.*	*Les sciences.*

b) *De la Renaissance à l'Epoque contemporaine.* Même principe de synchronisme, s'exprimant non plus de page en page mais de couple de pages en couple de pages. Le titre unique *les Sciences* est maintenant décomposé en trois :

Mathématiques.	*Monde physique.*	*Sciences biologiques.* *Sciences humaines.*

Enfin les auteurs n'ont pas craint de pousser leurs exposés respectifs jusqu'à l'actuel, en donnant une idée vraiment nette des principales disciplines, telles qu'elles s'offraient vers 1950.

***

Le second des ouvrages annoncés est

l'Histoire Générale des Sciences

dont j'ai analysé ici-même le premier volume, d'environ 620 p.,

La Science antique et médiévale (1).

Le deuxième, paru en 1958, comporte 800 p. et s'intitule

La Science moderne.

De grands soins ont permis de présenter au mieux ce livre et de l'illustrer abondamment par des figures et des planches rehaussant l'intérêt du texte. La tendance dominante est de voir en l'histoire de la pensée scientifique, sous toutes ses formes, un chapitre important de l'histoire culturelle de l'humanité, à la frontière même des sciences humaines, des sciences pures et des techniques (2).

---

(1) *Rev. Gén. des Sc.*, t. 64, 1957, p. 203.

(2) A ce dernier thème, sera consacrée une Histoire des techniques, en trois volumes. Elle se prépare sous la direction de M. Maurice Daumas.

Le premier tome de l'*Histoire générale des Sciences* s'est étendu des origines au milieu du XVe siècle, et le directeur de cette tâche globale si délicate, M. René Taton, a exercé sur tous ses collaborateurs l'ascendant qu'il fallait pour aboutir à une bonne coordination des chapitres successifs. On retrouve les mêmes qualités dans le second tome, qui décrit le gigantesque essor de la science occidentale depuis la Renaissance jusqu'à la fin du XVIIIe siècle. Le style généralement choisi est ainsi, au gré de maint lecteur, plus proche du style historique habituel que du style de l'histoire épistémologique : cela, sans d'ailleurs exclure, à l'occasion des développements nettement spécialisés, quand il s'agit par exemple, à la suite de recherches souvent importantes (Lavallière, Fermat, Pascal) de la fondation, par Leibniz et Newton, du calcul infinitésimal.

La Préface du t. II souligne avec justesse le rôle décisif de l'activité scientifique pendant les quelque trois cent cinquante années dont il s'occupe. A l'héritage du passé, elles ont ajouté des influences nouvelles : invention de l'imprimerie, curiosité décuplée par les grands voyages de découvertes, et à ce stade, affirmation d'un esprit scientifique plus mûri, plus confiant par là même. Cet esprit s'est d'ailleurs transmis à une bonne partie de la planète, comme on en juge par divers chapitres traitant de la Science hors d'Europe, chapitres prolongeant les indications apportées à cet égard dans le tome I pour des époques plus anciennes. Tout cela, sans atteindre l'équilibre de l'ensemble.

Le souci d'un rapprochement entre progrès scientifique et progrès technique ne manquera pas de donner au tome III, attendu sous peu, un intérêt tout spécial.

⁂

Sans préjuger des tendances susceptibles de marquer cet ultime volume, on peut dire que les deux publications de la NRF et des PUF, malgré de nombreux traits communs, se présentent d'une manière un peu différente et par là, se complètent à divers titres. La première comporte plus de sobriété, et sans exagérer toutefois, plus d'esprit synthétique. Sans retenir beaucoup de cet attentisme, propre à l'historien cent pour cent, en quête ininterrompue de documents nouveaux, dont il jugerait l'intérêt comparable à celui même de la science, on peut dire que le second ouvrage est au moins marqué d'un scrupule très accusé de rester foncièrement objectif.

Pour conclure, tous les chercheurs qui voient dans l'Histoire des Sciences un moyen sans égal de réfléchir aux idées vraiment fécondes et aux modalités de leur filiation, éprouveront le plus vif intérêt à consulter, *d'une manière permanente*, les deux puissantes synthèses culturelles qui viennent d'être commentées.

Pour chaque spécialiste l'examen sera conduit en fonction des objets qui lui sont propres, d'où souvent, l'occasion de découvrir des rapprochements imprévus, et de prendre, avec ses thèmes favoris, des contacts plus larges et plus attentifs.

Le volume des connaissances demandées aux travailleurs scientifiques ne permet plus de les dispenser toutes par l'enseignement oral. L'histoire des Sciences se prête à des exposés complémentaires, mais qu'on le veuille ou non, la base reste en des ouvrages imprégnés du dynamisme des précédents. Qui les aura bien assimilés sera sûr d'en tirer un bénéfice notable.

G. Bouligand.

ERRATUM et ADDENDUM

Dans l'article du Professeur CHEYMOL publié dans notre numéro 9-10, page 268, 11ᵉ ligne, lire : ... un aspect *combien* pseudo-scientifique au lieu de : *bien* pseudo-scientifique ;

23ᵉ ligne, lire : *charlatanesque ;*

P. 271, à la fin du 7ᵉ alinéa, ajouter le texte suivant reçu pendant l'impression :

Au cours d'une conversation récente, le Pr. M. USANDIZAGA, l'éminent obstétricien de Barcelone, m'a indiqué l'emploi en Espagne au XVIᵉ siècle, d'un procédé similaire curieux pour la recherche de la stérilité conjugale.

On trouve dans CARBON Damian (Palma de Majorca) (1541) et LOBERA DE ARILA (Valladolid 1551) : ... « que l'homme et la femme urinent chacun sur une laitue, la première qui sèche est celle de celui à qui l'on peut imputer la faute de ne pas engendrer. » ... « on prend sept grains d'orge, sept de blé et sept de fèves que l'on met dans un pot avec de la terre, on fait uriner l'homme dessus pendant sept jours de suite, s'ils poussent normalement, le défaut ne vient pas de là. »

Un même essai est fait avec l'urine de la femme.


LA PHYSIOTECHNIE
34 Av. Aristide Briand, ARCUEIL (Seine). Tél. Alé: 59-72 73-78
présente :
ses 3
Dosimètres individuels "PHY"
pour le contrôle et la mesure quantitative du
Danger biologique
des radiations ionisantes "X" & "γ"
Modèle de poche avec chargeur incorporé
160 mr
4 r
15 r
20 r
100 r
200 r
Bracelet avec chargeur incorporé 160mr
Stylo : 200mr et son chargeur
CHARGEUR ELECTROSTATIQUE TYPE CD N° 050
LA PHYSIOTECHNIE
Brevets français (S.C.D.C.) et étrangers:
Défense Nationale, Huzar, Physiotechnie.
Licences exclusives : Défense Nationale et Commissariat à l'Energie Atomique

Quelques propositions pour améliorer « La productivité » de l'enseignement des sciences

par Roger AMSLER,
Professeur de Clinique Pneumo-Phtisiologique à l'Ecole Nationale de Médecine d'Angers.

Les notations qui vont être exposées ici entendent seulement mettre l'accent sur quelques principes essentiels qui tendent à rénover le visage jusqu'à présent un peu trop immuable de l'enseignement scientifique, en face d'une réalité scientifique mouvante et dont les aspects se renouvellent à une cadence étourdissante.

Il sera plutôt question des méthodes encore en honneur pour cette discipline dans l'enseignement secondaire, pourvoyeur très insuffisant de l'enseignement scientifique à l'échelon supérieur.

Les idées développées sont étayées sur les résultats d'une enquête auprès de scientifiques choisis, eux, à tous les degrés de la hiérarchie : depuis les plus élevés jusqu'aux élèves des lycées ; j'ai pu également bénéficier de deux congrès récents, en mai et en juillet 1959, où furent abordés ces thèmes, en dehors d'une spécialisation outrancière, ce qui inspire toujours des exposés plus près de la réalité, laquelle n'est jamais exclusivement spécialisée !

Je remercie tous ceux qui me fournirent des réponses, passionnantes le plus souvent, et m'excuse de ne pouvoir chaque fois citer la référence bibliographique !

Une vérité première a besoin d'être précisée, en réponse aux questions, aux impératifs formulés par la presse, la radio, et qui conseillent le grand public :

De tous côtés, on réclame la promotion, la confection de nombreux scientifiques dont la pénurie actuelle est proclamée comme un leit-motiv obsédant. Mais froidement, scientifiquement, il convient de ne pas perdre de vue quelques précisions qui sont pour la plupart extraites du rapport de 1957 du Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique que préside M. Longchambon.

Un écolier qui entre en 6e ne sera — au mieux — bachelier que 7 ans plus tard. Puis, celui qui entre en taupe ou en propédeutique ne « servira » dans l'industrie ou l'enseignement que 6 ou 7 ans plus tard, (études et service militaire)... ce qui donne une juste appréciation des notions « d'urgence » dans ce domaine.

En 1956, on estimait qu'il fallait sortir en six ans, de 1956 à 1961, 51 000 ingénieurs nouveaux. Il en est créé dans les 126 écoles habilitées actuellement 5 000 environ par an... Il en faudrait 12 000 pour

être exacts au rendez-vous de 1961... *Mais* il n'y a que 10 000 jeunes gens qui obtiennent chaque année leur baccalauréat ès sciences.

Si l'on se retourne vers les « Aides-Ingénieurs » englobant des formations de degrés très inégaux, il y en avait 340 000 en 1955. Pour maintenir seulement cet effectif, au lieu des 12 000 unités annuellement nécessaires, ces écoles officielles n'en fournissaient que 8 000 à 9 000.

Les industries les plus modernes réclament 3 techniciens pour 1 ingénieur. Il faudrait actuellement tripler environ le nombre des techniciens chaque année, surtout pour les industries précitées. Les écoles pour ceux-ci sont les moins nombreuses, et surtout, obstacle initial : insuffisance numérique considérable de la masse des jeunes ayant reçu une formation scientifique de base dans l'enseignement du second degré classique ou dans l'enseignement technique : nous retrouvons ici les préoccupations de notre Congrès.

Les mêmes causes initiales jouent pour montrer l'impossibilité actuelle de recruter les promotions annuelles de 2 500 à 3 000 professeurs scientifiques que l'on estime nécessaires, puisque l'on parvient à peine à combler les 700 vacances annuelles nécessitées par les remplacements indispensables (retraites, etc.).

Le rapport montrait que sur 60 000 inscrits pour la deuxième partie du baccalauréat, il y avait 40 000 reçus, parmi lesquels 10 000 scientifiques. Or, il n'apparaît plus normal, dans les conditions économiques actuelles, que seulement 20 % des bacheliers se soient orientés vers les sciences. Cela n'est pas davantage normal sur le plan culturel. Nul plus que moi ne réclame la première place à la culture dans la formation qui va résulter du cycle secondaire. Mais il faudrait ne pas s'obstiner contre l'évidence à conserver à ce terme une signification définitive, quelque chose comme une cristallisation suivant des normes qui ne sauraient se modifier depuis la Grèce ou depuis Montaigne...

Il y a dans les pages de nos grands scientifiques autant de chaude lumière, autant d'énergie rayonnante, sinon plus... que dans bien des textes classiques très justement parvenus jusqu'à nous. Il faut que cesse cette stérile opposition, cette vaine et déplorable controverse à propos de la culture qui obnubile encore beaucoup de familles et pèse sur le choix qu'elles imposent ouvertement ou insidieusement, d'autant plus obstinées, m'a-t-il souvent semblé, qu'elles sont moins susceptibles d'apprécier ce qui est réellement, en 1959, la culture ! Je sais bien qu'en compensation il commence à être de bon aloi, au cours d'une conversation de salon, d'affirmer : « Je destine ma fille à la recherche scientifique » en s'imaginant sans doute qu'elle inscrira d'ici peu son nom à la suite de celui de Louis de Broglie ou de Arthur Fleming... Il est certain que les Associations d'Anciens Elèves et celles aussi de parents d'Elèves peuvent contribuer de façon très effective à réformer ce climat. C'est notre rôle ici, en face des nécessités de l'heure présente, de redire que sur le plan culturel et sur le

plan des situations ultérieures à conquérir, il importe que les familles prennent plus précisément connaissance des divers aspects de ces problèmes et abandonnent une conception trop traditionaliste de la culture et des fins proposées à l'enseignement secondaire auquel elles confient leurs enfants.

Après ces quelques considérations d'ordre très général et pourtant indispensables puisqu'elles conditionnent le recrutement initial des sections scientifiques, nous avons demandé à quelques élèves et à quelques professeurs leurs avis sur les méthodes d'enseignement des sciences dans le « secondaire ». Certaines idées nous ont paru valoir d'être rapportées ici, car elles émanent de ceux qui vivent au contact quotidien de ces réalités ; moi-même, j'ai enseigné une science, la bactériologie, et vis chaque jour parmi les étudiants de mon service de clinique.

Les élèves disent : dans l'ensemble, la place réservée aux sciences est trop faible dans le secondaire. Toutes les séries devraient en faire beaucoup plus, notamment les séries comme A et B où les mathématiques et la physique sont par trop négligées. Il ressort des opinions émises que c'est trop tard que l'on commence l'enseignement des sciences : la physique devrait être commencée dès la sixième. Les mathématiques font figure de parent pauvre et sont souvent considérées par les jeunes élèves comme une corvée hebdomadaire, car tout cela est présenté de façon aride et sans attrait. Les élèves soulignent le manque de coordination entre les cours des différentes matières scientifiques : au lieu de s'épauler, de se compléter, elles vont chacune leur chemin sans se soucier d'une compréhension d'ensemble qui faciliterait infiniment les acquisitions. Les disciplines diverses ne devraient pas s'ignorer, mais au contraire se compénétrer : par exemple, les mathématiques et la physique. « Il y a souvent décalage entre la physique et les mathématiques : en classe de mathématiques, il faut admettre au début de l'année les résultats de cinématique pour étudier la chute des corps, les pendules, etc... on ne voit la cinématique qu'à la fin de l'année en cours de math... »

Dans ce domaine, il est souligné dans notre enquête l'intérêt primordial du travail organisé par équipes homogènes, fonctionnant en union avec un professeur principal qui, justement, peut coordonner, rendre infiniment plus harmonieux les différents enseignements. Cela a été tenté... mais l'expérience paraît s'être noyée peu à peu. Les Français sont individualistes, et les cloisons ont persisté... on s'ignore de chaque côté du mur.

Là, nous touchons à la répartition de l'enseignement des sciences dans les différentes classes. Il importerait de le commencer beaucoup plus tôt : ce sont les élèves qui l'ont dit, mais surtout d'employer des méthodes plus vivantes. Et là se rejoignent par exemple les avis de techniciens tels que le Général Mandaroux, directeur de l'Ecole du Génie d'Angers, et des élèves encore sur les bancs du Lycée.

L'élève écrit : « Les élèves devraient avoir très tôt, dans les petites classes, des notions même sommaires, sur des questions aussi impor-

tantes que la structure électronique de l'atome, la structure du noyau, qui serviraient de base à des explications simples des phénomènes de physique et surtout de chimie. La chimie de seconde, présentée sous forme d'équations de réactions (sortes de rébus) où l'élève ne voit pas la réaction à l'échelle atomique, est maladroitement introduite. Des comparaisons simples et très nombreuses aideraient les élèves à comprendre plus que des formules mathématiques abstraites ».

En écho, le directeur de l'Ecole du Génie : « L'oscillographe cathodique commence à pénétrer les classes de mathématiques élémentaires, et matérialise, en l'expliquant, une bonne partie de l'enseignement de l'électricité ; pourquoi ne pas l'employer en mathématiques pour matérialiser les débuts de la trigonométrie (ingrate parce qu'abstraite) aussi bien qu'en algèbre les variations de fonction, la notion d'aire d'une courbe... En chimie, alors que les élèves ont entendu parler de l'atome, d'électrons, de protons, pourquoi ne pas commencer dès la seconde par la théorie atomique, la classification des éléments, d'où l'on déduira le pourquoi et le comment des réactions, au lieu de faire appel pendant deux ans à la seule mémoire.. ».

Ne peut-on se poser la question suivante : les élèves du Lycée, dès qu'ils sont en âge de comprendre, sont aujourd'hui happés, sollicités dans toutes les circonstances de la vie par ces problèmes essentiels. Tous les journaux leur en parlent, avec illustrations, photographies, explications complexes ou trop simples. La radio, la télévision, le cinéma, les mettent en face de la réalité, dont les entretiennent même leurs journaux divertissants, par l'entremise de jeux, de science-fiction. Et lorsqu'ils sont au Lycée, tout ceci perd son aspect vivant, son aspect d'actualité pour se métamorphoser, grâce à des méthodes trop anciennes, en matières analogues à l'enseignement d'une langue morte... « enseignement d'une science morte », c'est ce qui est écrit très justement dans une enquête.

Au récent Congrès International de Médecine Scolaire et Universitaire qui s'est tenu à Paris à l'UNESCO (6-8 juillet 1959), dans un brillant rapport de synthèse, M. l'Inspecteur Général Maurice David insistait lui aussi sur cette notion contemporaine que l'esprit de l'écolier, de l'étudiant, est sollicité, éveillé, et il faut le dire, instruit, de maintes façons en dehors de ses heures de cours par la vie contemporaine, au milieu d'un monde de slogans déchaînés : L'école n'est plus le seul endroit où sont délivrées les connaissances... mais le drame, c'est disons-nous que trop souvent l'établissement d'instruction retarde notablement sur la vie : la pédagogie s'attarde, non seulement dans ses méthodes, mais aussi dans ses programmes où elle se complait sans entendre les appels de l'actualité, et l'étudiant ne trouve pas dans sa pédagogie à laquelle il doit se plier, le frémissement de la vie ; avec tyrannie et aussi peut-être avec cruauté et ingratitude, elle ne s'attarde pas à laisser en place comme dans les programmes scolaires, les notions désormais périmées, mais les remplace inexorablement par la floraison accélérée des apports nouveaux. Cette floraison s'effectue d'ailleurs à une extraordinaire cadence, telle que les serres les plus

perfectionnées, les « forceries » peuvent, dans le monde végétal, en offrir l'exemple !

C'est surtout dans l'enseignement secondaire que ce retard entre des programmes officiels alourdis et pléthoriques et la course enfiévrée de l'actualité scientifique paraît atteindre son maximum.

M. Zamansky disait à Besançon, en mai 1959, que les formateurs scientifiques sont devenus des gens par trop en marge de la Société, ce qui les gêne dans leur rôle de guide. Il convient que la Science ne soit pas coupée de la nation, si elle veut se garder du péril le plus redoutable qui la menace, et qui menace aussi l'humanité : sombrer dans la technicité exclusive qui instaurera le règne du robot !

Les méthodes très modernes pénètrent assez vite dans l'enseignement supérieur. Il est à souhaiter qu'elles s'introduisent de même dans les cycles d'enseignement qui y préparent. Les élèves demandent que les cours théoriques ne prennent pas tout le temps, mais que de vrais exercices pratiques puissent être accomplis dans des conditions se rapprochant de la réalité, posant des problèmes qui font appel à la réflexion, à la détermination de l'élève. « Il est dès lors inadmissible, nous dit un jeune garçon, qu'un élève de math. élém. soit incapable de monter un simple circuit électrique, bien qu'il comprenne le schéma théorique. »

A celà, les enseignants nous disent : les méthodes directes sont possibles dans des classes de 25 élèves... mais devant 40 sujets, les difficultés s'entassent. De plus, tout ceci coûte cher, très cher... Là intervient une notion que nous n'avons pas tellement vu exposer, que nous ne résistons pas au désir de la mentionner : c'est celle de la « rentabilité ». Si l'on apprend mieux et plus vite, on peut apprendre davantage, dans la même durée scolaire, et l'on peut en améliorant les méthodes, améliorer le rendement des études, c'est-à-dire essentiellement diminuer les insuffisants, les trainards... c'est-à-dire tous les prédisposés au « redoublement ». Et ceux-là aussi, si nombreux, coûtent terriblement cher à leurs familles, à la collectivité, car ils encombrent les classes, les alourdissent, perdent leur temps... occupent la place d'autres élèves. Trop de pédagogie abstraite dans le domaine des sciences, laquelle, en bien des matières, dépasse carrément les possibilités normales, physiologiques, de l'élève, à un âge donné.

Un souci est manifesté également — en des termes différents — par les élèves de math. élém. et par le Directeur de l'Ecole du Génie d'Angers. Ces notions de base sont merveilleusement inculquées par l'enseignement primaire : le calcul en particulier et aussi l'orthographe. Et puis survient une rupture totale, et elles cessent de figurer aux programmes. « Les élèves des classes élevées ne savent pas calculer... certains ne savent pas faire une division ! J'ai été obligé, dit l'un d'eux, d'apprendre à nouveau, en entrant en seconde, à faire une division. « Les élèves restent inertes devant un problème... ils ne savent pas comment l'aborder, les questions qu'ils doivent se poser. » « Il est urgent de réserver aux exercices la moitié du temps réservé à une

matière scientifique, ceci en « restreignant » le temps dévolu aux cours. L'élève devrait préparer le cours à l'avance, le professeur n'ayant qu'à éclaircir les points difficiles que l'élève n'aura pas compris dans le manuel. Quelle révolution à proposer, n'est-ce-pas ? Le Directeur de l'Ecole du Génie : « Les ingénieurs ne savent pas compter, font des règles de trois à l'envers, ont une orthographe des plus fantaisistes, etc. ». Il ajoute : « la formation scientifique ne se fait pas qu'avec les maths et les sciences expérimentales, mais au moyen de disciplines littéraires et par l'entretien des notions de base modestes : orthographe et calcul ; on y devrait revenir sans cesse ! » Donc, cette rupture totale avec ce que le primaire enseigne si bien est absolument nuisible !

Il n'est pas jusque dans l'enseignement de la médecine que ce travers ne soit constaté désormais à l'égal d'un grand dommage. Dans sa leçon inaugurale (15 janvier 1959), le Professeur Bargeton, titulaire d'une chaire de physiologie appliquée, réclame un minimum de mathématiques « La majorité des étudiants possèdent le bagage mathématique nécessaire, bien modeste d'ailleurs, quelques autres ne l'ont pas s'ils ont suivi la filière que sanctionne un baccalauréat exclusivement littéraire. On ne peut, à cause d'eux, se résoudre à enseigner une physiologie modèle 1850 !. Que ceux qui n'ont pas appris les mathématiques en apprennent » — et c'est d'ailleurs ce que prévoit le nouveau régime d'études médicales ! Mais oui : il ne faut plus répéter que pour faire la médecine, le grec seul suffira qui vous donne la clef étymologique des mots tels que « céphalée » ou « ichtyose ». Tout ceci n'existe plus ! Pour faire « sa médecine », un bagage scientifique minimum est indispensable, là aussi désormais ! La médecine, de moins en moins, se paie de mots vides quoique sonores.

Enfin, je termine sur une notion qui m'est chère et que j'ai trouvée lumineusement exprimée par le Général Mandaroux. Un symbole : vous connaissez les actuels traités à la reliure mobile et à mise à jour régulière, l'abonnement annuel vous permettant les remaniements indispensables, au cours de l'année. Ils s'opèrent, essentiellement, dans les deux sens opposés : un fascicule de 10 pages va être enlevé, désormais inutile et remplacé par un seul feuillet... ou bien, au contraire, les feuillets vont s'insérer à la place d'une demi-page. Dans le domaine des sciences, plus que dans les autres matières, il existe des « denrées périssables ». Il faut tenir compte de ce que l'on appelle (M. Ailleret) la durée probable d'amortissement de chaque matière enseignée. Les connaissances de base ont une durée plus longue que les connaissances purement technologiques. On les a ainsi chiffrées, ces durées : 20 ans pour la plupart des données technologiques, 10 ans dans les métiers modernes, voire 5 ans en électronique. Il importe donc de ne pas continuer à stocker les connaissances anciennes et les superposer. Là, comme face à tous les problèmes de la vie, il faut choisir avec décision, et parfois avec rapidité. Il ne peut plus être question de tout enseigner, de tout apprendre. L'accent doit être posé sur l'essen-

tiel, en liaison étroite avec l'actualité, en utilisant tout ce que cette actualité apporte aussi de possibilités techniques pour renouveler des méthodes qui se complaisent parfois dans l'apaisante sécurité d'un passé, qui, en réalité, recule terriblement vite. Il faut choisir, dans l'impossibilité où l'on se trouve « d'être encyclopédique ».

Le Professeur Gernez-Rieux, analysant un livre récent du Professeur Policard (A. Policard et Baud) sur les structures inframicroscopiques normales et pathologiques des cellules et des tissus, expose que « les progrès réalisés par l'avènement des nouvelles méthodes physiques d'examens de la matière ont doté le biologiste de procédés d'investigation qui ont bouleversé nos connaissances sur l'infrastructure de la substance vivante. En portant la limite de la visibilité à une vingtaine d'Angströms — 2 millionièmes de millimètre — la microscopie électronique permet aujourd'hui d'atteindre le point où la morphologie rejoint la chimie : à ce degré de résolution, en effet, l'étude des structures vivantes peut pénétrer jusqu'au domaine des premiers groupements macro-moléculaires ».

Quelle remise en question de notions qui paraissaient scientifiquement certaines, acquises : voici que s'imprécise par exemple de plus en plus la frontière qui paraissait si simplement, si rigoureusement tracée entre ce qui appartient au règne vivant et au monde de la matière ! Des caractères précis, faciles à opposer, permettraient de classer dans l'un ou dans l'autre secteur l'amas de cellules organisées, ou le cristal... Il existait bien quelques hésitations pour situer tout au bas de l'échelle des êtres vivants cette cellule de protoplasma indifférencié qu'était la bactérie, à qui l'on ne concédait qu'une place de parent pauvre... presque par faveur. Et aujourd'hui, voici que la cellule unique est un organisme aussi complexe que celui qui s'octroie la première place dans le règne vivant, puisque c'est d'ailleurs lui qui dresse cette liste, sans admettre jusqu'à maintenant la moindre discussion ! Et cette cellule, il y a peu de temps encore reléguée si loin de nous, voici que nous la voyons vivre la même vie que la nôtre : respirer, se nourrir, se reproduire, souffrir et travailler. Elle est sexuée ! Si l'on veut étudier les grandes lois de l'hérédité, c'est aux milliards de sujets qui se contentent de la surface corrigée d'un petit tube, dans l'étuve du laboratoire, que l'on va s'adresser désormais... ce qui est autrement plus pratique que de mobiliser des foules d'observateurs, grâce à l'O.N.U., pour prospecter des humains ! Et puis les générations de microbes sont singulièrement plus rapides dans leur succession et dans leur évolution que lorsqu'il s'agit d'animaux de laboratoire.

Des analogies troublantes apparaissent entre certaines propriétés de cellules vivantes et de cristaux, tels que ceux isolés dans la Mosaïque du tabac. Certains aspects pathologiques peuvent être reproduits non plus seulement à partir de l'injection d'organismes vivants qui étaient considérés comme les agents spécifiques de troubles maladifs caractéristiques... mais aussi par l'inoculation de corps chimiques. Ainsi, progressivement, on en vient à voir s'imprécisér des notions scientifiques jusqu'à présent tellement établies de façon en apparence défi-

nitive, qu'en étaient extraites des lois essentielles... tout aussi bien les plus complexes, que les notions de base les plus simples, celles que l'on enseigne à l'école primaire !

Suivant les sphères scientifiques prospectées, cette notion de précarité à plus ou moins long terme qui grève les acquisitions scientifiques, on pourrait presque dire : les certitudes scientifiques, manifestent leurs effets redoutables à plus ou moins longue échéance : M. Zamansky déclare que la matière de deux heures hebdomadaires de son cours en Sorbonne, qui lui réclament trois semaines de travail, sera périmée avant deux ans...

Sans doute, n'est-il pas inutile de poursuivre, même dans des milieux cultivés, cette mise au point qui pour certains prendra une allure quelque peu paradoxale : les disciplines littéraires sont très vraisemblablement les plus susceptibles d'échapper aux remaniements rapides. Elles résistent assez allègrement aux conceptions rénovées des esthétiques ou des philosophies qui se succèdent. Des noms nouveaux s'introduisent dans les programmes : Proust ou Apollinaire ; mais l'actualité de Molière, de Shakespeare ou de Goethe demeure toujours semblable. Et ce sont au contraire les disciplines scientifiques qui subissent les remaniements, les bouleversements les plus profonds, alors que pour le grand public la science n'est qu'une succession de certitudes absolues, lesquelles devraient être aussi, par définition, des structures inébranlables et définitives ! Cette conception, trop séduisante, est en contradiction véhémente avec ce que nous démontre la science actuelle qui effectue ses remaniements, ses reclassements avec une fièvre dévorante ! Les acquisitions scientifiques à un rythme essouflant proclament que la « science est en éventuelle évolution, que la découverte scientifique est morte dès sa naissance » (M. Zamansky). Si l'on se borne à sans cesse rajouter aux matières déjà enseignées dans les disciplines scientifiques les nouvelles acquisitions, on aboutit à des impossibilités de tous ordres et même à des contradictions entre des enseignements donnés à des échelons différents. Il faut le répéter : on ne peut songer à tout conserver, à tout entasser... il convient de choisir, de rénover, de coller à l'actualité le mieux possible.

Ces constatations sont démonstratives du symbole que je vois dans les feuillets de remplacement dont il était question tout à l'heure ! Qui oserait dire que les méthodes actuelles d'enseignement des sciences dans le second degré s'inspirent de cette règle essentielle ? Et pourtant, si on ne l'observe pas, la liaison, la concordance, le synchronisme (soyons scientifiques !) entre le rythme propre de la vie et le rythme de l'enseignement des sciences, est rompu. C'est alors que le retard dissocie la cadence de l'existence économique, avec ses besoins, ses impératifs, et « la productivité universitaire ». Ce n'est pas être iconoclaste que de répéter avec force : « L'Université de France, dans ce domaine, est en face du problème qui, de façon tyrannique, se pose dans tous les domaines : le problème de la productivité. Il n'est pas sacrilège de dire qu'il n'est nullement incompatible avec celui de la

haute culture qui, jusqu'à ce jour, constitue les caractéristiques glorieuses de cette Université qui nous a formés et armés pour les combats de la vie ».

Roger AMSLER

Nota. — La rédaction de ces notes est étayée sur les documents détaillés qui m'ont été très aimablement fournis par :

— le Général MANDAROUX, ex-Directeur de l'Ecole du Génie d'Angers, qui a bien voulu faire, de son côté, une enquête parmi des élèves, des maîtres de l'Enseignement Secondaire Supérieur ;

— par les réponses à une enquête de M. DAVID-CAVAZ, Proviseur du Lycée d'Angers, auprès de professeurs de sciences et d'élèves de math. élém. de ce Lycée.

Je ne saurais assez les remercier et n'ai pu indiquer chaque fois la source des emprunts innombrables qui constituent la majeure partie de ce texte.

Autres références :

— Leçon inaugurale du Professeur BARGETON, Chaire de Physiologie appliquée à la Faculté de Paris, 15 janvier 1959.

— Plaidoyer pour les mathématiques : R. PLESSET (Le Concours Médical, 25 avril 1959).

— Rapport sur : Nécessité d'adapter l'enseignement secondaire aux exigences de l'Economie Française actuelle. AMSLER et CADY (Congrès de l'Union des A., Reims 1957).

— L'actuelle formation médicale doit-elle procéder d'une culture scientifique ou humaniste ? AMSLER (Concours Médical, juin 1957).

— La « Productivité », notion importante de l'Enseignement des Sciences· Rapport au Congrès de l'Union de l'Association d'Anciens Elèves des Lycées de France (Besançon, 15-16 mai 1959).

Une enquête analogue à celle du Lycée d'Angers a été effectuée auprès des professeurs de sciences mathématiques, sciences naturelles au Lycée Gay-Lussac de Limoges.

Les mesures de protection contre les rayonnements à la centrale thermonucléaire de Chinon

par M. DELPLA,
Chef du Service Général de Protection contre les Radiations
ELECTRICITE DE FRANCE

Les centrales thermonucléaires mettent en œuvre des techniques tout à fait nouvelles, dont l'évolution est rapide. En raison des dangers potentiels présentés par de telles installations, bien connus par les spécialistes, trop souvent exagérés dans l'opinion publique, cette évolution, quoique rapide, est très progressive. L'exploitation de l'énergie nucléaire n'est pas encore rentable ; il s'agit d'améliorer les techniques, et, parallèlement, de former des techniciens de plus en plus nombreux.

L'attention sur les dangers des rayonnements ionisants a été attirée par les victimes des rayons X et les manipulateurs de radio-éléments naturels. Nos connaissances sur l'action biologique de ces rayonnements, les moyens de protection, font l'objet de nombreuses recherches. Dans l'état actuel de nos connaissances, encore imparfaites, des règlementations très sévères sont respectées par les exploitants industriels, conscients de l'étendue de leurs responsabilités. Pratiquement, seuls les imprudents s'exposent encore dangereusement.

A la *libération brutale*, non contrôlée, de l'énergie nucléaire, dont la puissance de destruction a brusquement été révélée par l'explosion en 1945, de deux « bombes atomiques », s'oppose la *libération contrôlée*.

Au cours de cet exposé, nous noterons l'évolution progressive, en France, des installations thermonucléaires, nous décrirons sommairement la première tranche E.D.F. 1 de la Centrale de Chinon, les mesures de protection mises en œuvre dans l'installation et alentour de la centrale ; enfin, nous verrons la composition et l'activité de l'équipe qui, en période d'exploitation, sera chargée de veiller à la radioprotection.

I. — Evolution des installations nucléaires

En 1945, après la guerre et l'occupation, les français avaient beaucoup à apprendre, ou plutôt à redécouvrir, du fait que la documentation était jalousement tenue secrète par les initiés. Le Commissariat à l'Energie Atomique (C.E.A.) a, dès lors, reçu la mission de

développer l'utilisation de l'énergie atomique dans les domaines scientifique et industriel.

Les réalisations ont été prudemment progressives.

ZOE, pile de puissance « nulle », construite à Châtillon, a été suivie, à Saclay, par E.L. 2 (puissance thermique 2 MW) et par E.L. 3 (15 MWt). Ce sont des piles expérimentales.

En 1954, avec la pile G.1, le C.E.A. a entrepris la construction du centre de Marcoule. Par la suite, Electricité de France (E.D.F.) a accolé à G.1 un groupe turbo-alternateur, mais la puissance électrique nécessaire à l'ensemble a toujours été nettement supérieure à la puissance disponible aux bornes de l'alternateur. Par contre, l'alternateur accouplé à G.2, a, pour la première fois, cette année au mois d'avril, lancé sur le réseau de l'énergie électrique d'origine nucléaire.

G.1 et G.2 sont des *piles plutonigènes* : la marche du réacteur est réglée en vue d'obtenir du plutonium de bonne qualité, non de récupérer de l'énergie thermique dans les meilleures conditions.

L'E.D.F., en 1957, a ouvert le chantier de Chinon (situé, en réalité, à 8 km en amont du confluent de la Loire et de la Vienne, sur la rive gauche du fleuve, dans la commune d'Avoine).

La centrale de Chinon comprendra trois tranches : E.D.F. 1, E.D.F. 2, E.D.F. 3. Le démarrage de la première tranche est prévu pour 1960.

De G.1 à E.D.F. 3, les réacteurs sont de même type ; le tableau I ci-après donne des valeurs numériques nominales théoriques, montrant la progression escomptée.

TABLEAU I

Evolution des réacteurs

Réacteur	Charge U (t)	Vapeur d'eau		Puissance	
		pression max. (kg/cm²)	température max. (°C)	thermique (MW)	électrique (MW)
G. 1 ...	100	5,6	150	40	5
G. 2 ...	100	10,7	330	150	30
E.D.F. 1	140	21,8	340	300	65
E.D.F. 2	250	33	340	750	170

Dans ces réacteurs, la chaleur produite par les réactions de fission dans l'uranium est utilisée pour vaporiser de l'eau qui actionne un

groupe turbo-alternateur. Toutefois, la chaudière (source chaude) d'une centrale thermique classique est prudemment remplacée par un circuit comprenant le réacteur et un groupe d'échangeurs de chaleur, dans lequel circule un gaz sous pression ; ce gaz assure le transport de la chaleur, prise au réacteur, aux échangeurs, où elle est cédée à de la vapeur d'eau.

Dans les groupes thermiques modernes de 125 M.W., la température de la vapeur à l'admission dans la turbine est de 540°C ; c'est essentiellement grâce à une température aussi élevée que le *rendement industriel*, dans ces centrales modernes, peut atteindre 35 %.

L'amélioration du rendement industriel, par élévation de la température de la source chaude, ne paraît guère possible dans les générateurs de type E.D.F. 1, à cause des propriétés de l'uranium ; l'amélioration sensible du prix de revient du kilowattheure peut, toutefois, être obtenue par augmentation de la puissance du réacteur, ce qui augmente, comme nous le verrons, le *rendement neutronique*, et entraîne un accroissement relativement faible des moyens à mettre en œuvre pour assurer la protection contre les rayonnements.

II. — Description de l'E.D.F. 1

1. *Principe de fonctionnement.*

Les réacteurs thermonucléaires actuels produisent tous de la chaleur provenant de réactions de fission au sein du « *combustible* ».

Dans E.D.F. 1 (comme dans les autres réacteurs du tableau I) le combustible est l'uranium naturel, formé essentiellement par deux isotopes de masses atomiques respectives : 235 (0,7 %) et 238 (99,3 %).

Seul le noyau de l'uranium 235 est fissile par capture d'un neutron lent (encore appelé neutron thermique) ; la fission produit des fragments de noyau (*les produits de fission*), des neutrons rapides, des rayons gamma et libère de la chaleur.

La capture d'un neutron par un noyau d'uranium 238 aboutit, par filiation, à la production d'un noyau de plutonium 239, de très longue période, fissile sous l'action d'un neutron.

Les produits de fission sont radio-actifs ; leur désintégration est accompagnée par l'émission de rayonnements bêta et gamma ; beaucoup ont une vie très courte, et aboutissent rapidement à un élément stable.

Le combustible est mis sous forme de barreaux, engainés dans un alliage à base de magnésium, de sorte que produits de fission et plutonium soient enfermés dans une enveloppe étanche.

Les neutrons rapides provenant des fissions sont ralentis par du *graphite*.

En fonctionnement normal, le nombre de neutrons thermiques obtenu, à un instant donné, à partir de réactions de fission, doit être

égal au nombre utilisé pour ces réactions, augmenté du nombre de neutrons perdus. Parmi les neutrons perdus, il faut compter ceux qui s'échappent du réacteur, dont le nombre est proportionnel à la surface, tandis que le nombre de neutrons produits est proportionnel à la masse de l'uranium. Lorsqu'un réacteur diverge, il engendre un nombre croissant de neutrons produisant des fissions ; la divergence n'est possible que si la masse de noyaux fissiles, c'est-à-dire la masse de combustible, est suffisante (masse critique). Le rendement neutronique est amélioré par augmentation de la masse de combustible.

Pour agir sur la marche du réacteur, on y introduit des quantités variables de bore, avide de neutrons thermiques, sous forme de *barres de contrôle.*

2. *Description du réacteur.*

Il aura la forme d'un cylindre vertical de 9 mètres de hauteur, et de près de 9 mètres de diamètre : une masse de 140 tonnes de graphite présentera 1 152 canaux dans la plupart de chacun desquels il y aura un chapelet de 15 cartouches de combustible. Dans 52 canaux seront suspendues les barres de contrôle. L'ensemble sera contenu dans un caisson cylindrique en acier.

3. *Circuit de refroidissement.*

Le réacteur sera refroidi par un courant ascendant d'*anhydride carbonique*, actionné par une soufflante de puissance égale à 8 MW, avec un débit d'environ 1 500 kg/s. Le fluide de refroidissement, sous une pression de 25 kg/cm² évoluera en *circuit fermé* entre le réacteur et les *échangeurs de chaleur.*

4. *Circuit eau-vapeur.*

Dans ce deuxième circuit, également fermé, évoluera l'eau qui, vaporisée dans les échangeurs, actionnera la turbine, et sera liquéfiée dans les condenseurs d'où elle sera ramenée dans les échangeurs.

Seule l'eau de refroidissement des condenseurs, puisée dans le canal d'amenée, sera rejetée en Loire.

III. — Radioprotection

La radioprotection s'exerce : d'une part contre les rayonnements susceptibles de provenir, essentiellement, du réacteur ; d'autre part contre la dispersion de produits radio-actifs, ou contamination.

1. *Protection contre les rayonnements.*

Il convient, connaissant la nature de ces rayonnements, d'envisager les moyens mis en œuvre et les méthodes de mesure.

a) *Nature des rayonnements.* — Ce sont, essentiellement, des rayons gamma de grande énergie et des neutrons.

Pour se protéger, on interpose des écrans entre la source c'est-à-dire le réacteur, et les locaux accessibles par le personnel. La nature de ces écrans est adaptée à la nature des rayonnements : aux rayons gamma on oppose des matériaux de masse atomique élevée ; aux neutrons rapides, on oppose au contraire des matériaux de faible masse atomique, très efficaces pour en assurer le ralentissement ; les neutrons thermiques sont très facilement captés par la plupart des atomes rencontrés ; c'est la raison pour laquelle les matériaux introduits dans la pile doivent être de très grande pureté, dite pureté « nucléaire ».

b) *Description des écrans.* — En partant du cœur du réacteur, on rencontre successivement, dans un plan horizontal :

— 60 cm de graphite, destinés à ralentir les neutrons et à en renvoyer le plus grand nombre vers le cœur : c'est le *réflecteur* ;

— 1 mètre d'eau, qui ralentit les neutrons rapides échappés du réflecteur et atténue, de façon non négligeable, le rayonnement gamma : c'est l'*écran thermique*, essentiellement destiné à éviter l'échauffement du béton ;

— 2,80 mètres de *béton*, matériau hétérogène, susceptible, par l'eau qu'il contient, de ralentir les neutrons rapides, et par son calcium en particulier, d'atténuer convenablement le rayonnement gamma.

Les valeurs numériques, utilisées dans les calculs, des coefficients d'atténuation du béton, pour les rayons gamma et les neutrons, ont été vérifiées expérimentalement sur des échantillons à la pile ZOE de Châtillon.

Ces protections présentent des *solutions de continuité* ménagées pour le passage des conduites de l'anhydride carbonique et pour le passage des cartouches de « combustible ».

Pour le combustible, 76 *tubulures verticales* traversent la dalle de béton qui surmonte le réacteur. Le même appareil est utilisé pour le chargement et le déchargement par le haut. Durant l'opération, le le réacteur est à l'arrêt et ramené à la pression atmosphérique. Les parois de l'appareil, en plomb, atténuent le rayonnement gamma issu du cœur ou des cartouches retirées. Durant la marche du réacteur, chaque tubulure est obturée par un bouchon de protection en béton lourd.

Le dispositif utilisé pour le chargement-déchargement par le bas, télécommandé, orienté vers le sol, disposé dans une salle inaccessible, ne pose pas de problèmes importants de protection.

Les *conduites d'anhydride carbonique* ont une direction, d'abord oblique, puis verticale, et n'ont pas vue directe sur le cœur. Les coudes des conduites supérieures sont protégés contre le rayonnement diffusé par une épaisseur de 2,50 mètres de béton.

c) *Mesure des rayonnements.* — Les *doses* de rayonnement atteignant un être vivant s'expriment à l'aide d'une unité : le *rem*, dont il n'est pas possible de donner ici une définition. Pour fixer les idées : la Commission Internationale de Protection Radiologique (C.I.P.R.), ainsi que l'Euratom, indiquent que la dose maximale admissible pour les travailleurs, durant 13 semaines consécutives, pour une exposition de l'ensemble de l'organisme, est de 3 rems. De plus, il est recommandé de ne pas dépasser 5 rems par an.

Pratiquement, il est commode de considérer des *débits de dose.* Pour un travailleur constamment exposé 40 heures par semaine et 50 semaines par an, la valeur maximale du débit de dose serait égale à 2,5 millirems par heure ; ou $2{,}5 \times 10^{-3}$ rem/h. Le débit de dose de la radio-activité naturelle est, en moyenne, un peu supérieur à 10 microrems par heure ; soit 10^{-5} rem/h.

Les mesures sont faites par des appareils fixes avec dispositifs enregistreurs, par des appareils portatifs, et par des appareils très petits fixés aux vêtements.

A un rayonnement de nature donnée correspondent plusieurs types d'appareils, présentant des avantages et des inconvénients.

Les appareils portatifs sont, généralement, comme les appareils fixes, des *débitmètres.*

Les appareils personnels, au contraire, sont des *dosimètres.* Ils sont de deux types principaux : soit photographiques, présentés dans une pochette en plastique ; soit électriques, ayant la forme d'un gros stylographe.

Les écrans de protection ont été calculés pour que, au contact de la face accessible du dernier de ces écrans, le débit de dose soit de 0,75 mrem/h, correspondant à une dose annuelle de 1,5 rem.

2. *Protection contre la contamination.*

Nous allons voir dans quelles conditions les éléments radioactifs produits dans le réacteur peuvent s'échapper, les moyens mis en œuvre pour assurer la protection et pour contrôler les résultats obtenus.

Les quantités de radio-éléments s'expriment à l'aide d'une unité : le *curie* (c) caractéristique, non de la masse, mais du nombre de désintégrations par seconde.

a) *Origine des éléments radio-actifs.* — Les éléments radio-actifs présents dans l'anhydride carbonique peuvent provenir de deux sources différentes :

— l'une, *inévitable,* due à l'*activation* des éléments carbone et oxygène et des traces d'impuretés (essentiellement air et métaux arrachés aux parois) par la capture de neutrons ; le tableau II ci-après indique la contamination, variable en raison de la présence de produits

de très courte période, au cours de chaque cycle (dont la durée est d'environ 25 secondes) ; cette contamination est indiquée en microcuries par kilogramme d'anhydride carbonique, à la sortie et à l'entrée du réacteur.

TABLEAU II

Radio-éléments formés dans l'anhydride carbonique

Elément	Activité (µc/kg de CO_2)	
	Sortie du réacteur	Entrée dans réacteur
^{16}N	2 900	290
^{17}N (1)	3	0,05
^{19}O	150	80
^{41}A	680	680
^{14}C (2)	4,2	4,2
^{56}Mn	30	30

— l'autre, *accidentelle*, due à une *rupture de la gaine* d'une cartouche de combustible, libérant des produits de fission. Connaissant la durée du séjour d'un barreau dans une pile, on peut calculer la proportion des divers produits de fission et de plutonium contenus dans la gaine.

b) *Nocivité des radio-éléments.* — D'une façon générale, l'introduction dans l'organisme d'un élément radio-actif est d'autant plus à redouter qu'il est plus abondant, et que sa période est longue (au bout d'un temps égal à la période, par suite de la désintégration des atomes, la quantité a diminué de moitié).

La nocivité d'un élément radio-actif est également fonction de la nature et de l'énergie des particules émises, ainsi que de son métabolisme. Par exemple, à énergie égale, les rayons alpha sont beaucoup plus nocifs que les bêta, et ceux-ci que les gamma ; par ailleurs, le strontium 90 sera plus redoutable que le césium 137 (tous deux) émetteurs bêta d'énergies peu différentes, ont des périodes voisines,

(1) Emetteur de neutrons de 1 MeV :
— à la sortie : 10/ n/s par kg de CO/.
— à l'entrée : 1,6 × 10/ n/s par kg de CO/
ette émission est négligeable.

(2) Après un mois de fonctionnement à la puissance nominale.

parce que le premier, alcalinoterreux, se fixe dans le squelette, comme le calcium, tandis que l'autre, alcalin, sera rapidement éliminé, à la façon du sodium.

c) *Moyens mis en œuvre pour assurer la protection.* — Les ruptures de gaine sont rares, mais non tout à fait exceptionnelles ; elles commencent généralement par une fissure, perméable seulement aux produits gazeux. Un dispositif de détection de rupture de gaine (D.R.G.) explore continuellement les canaux par prélèvements d'anhydride carbonique, permettant de localiser la gaine défectueuse et de procéder, s'il y a lieu, à l'enlèvement du barreau.

On cherchera à éliminer le plus possible des produits radio-actifs présents au sein du fluide de refroidissement par *filtration*. En effet, tous, à l'exception du carbone 14 combiné en anhydride carbonique, de l'iode 131 sous forme métalloïdique, du xénon 133 et du krypton 85, se présentent à l'état solide, ou ont une période très courte : la filtration pourra être très efficace ; elle est assurée par deux dispositifs placés en parallèle, pouvant chacun livrer passage à 1 % du débit total d'anhydride carbonique.

Le rejet d'anhydride carbonique dans l'atmosphère, pour vidanger tout ou partie du circuit, sera effectué à travers les dispositifs de filtration précédents, suivis d'un réfrigérant, puis d'un détendeur, enfin de deux filtres en papier rose, en parallèle.

L'ensemble : réacteur, circuit d'anhydride carbonique, échangeurs de chaleur, sera contenu dans un local de forme sphérique, dont les ouvertures se fermeraient automatiquement en cas de contamination radio-active, ou d'augmentation de pression de 100 g/cm² dans l'atmosphère intérieure.

Une augmentation du débit de dose gamma, ou de la contamination de l'air dans les locaux, dépassant un niveau jugé excessif, entraînera automatiquement la chute des barres de contrôle, et, par suite, l'arrêt du réacteur.

Au cours du déchargement, les cartouches ayant séjourné un temps suffisant dans le réacteur, seront envoyées dans une grande masse d'eau, contenue dans la « *piscine de désactivation* ». De telles cartouches sont très riches en produits de fission ; la désintégration de ces radio-éléments se produit avec émission de rayonnements dont l'absorption dans la cartouche dégage de la chaleur, et des rayons gamma parvenant à s'échapper. L'eau de la piscine a un double rôle : refroidir les cartouches et atténuer les rayons gamma. Le séjour des barreaux de la piscine sera de quelques mois, durant lesquels les radio-éléments à vie courte auront pratiquement disparu.

Ils seront alors remis au C.E.A. qui les transportera dans une usine de traitement des combustibles irradiés. Pour éviter la contamination de l'eau en cas de défectuosité d'une gaine, les cartouches seront toutes enfermées dans des boîtes en aluminium serti.

En résumé, l'anhydride carbonique évoluera en circuit fermé entre réacteur et échangeurs de chaleur ; il en sera de même de l'eau dans le circuit ; échangeurs-turbine-condenseur. Ainsi, il apparaît que la contamination ne pourra atteindre l'eau de refroidissement du condenseur, rejetée en Loire : c'est uniquement dans l'air que l'on pourra retrouver des éléments radio-actifs émanant du réacteur.

Seuls les éléments gazeux sont susceptibles de traverser les filtres ; au sortir de la cheminée, l'anhydride carbonique sera *dilué dans l'air*, et, finalement, touchera le sol à une distance, variable suivant les conditions météorologiques, mais comprise, le plus souvent, entre quelques centaines de mètre et quelques kilomètres. La dilution, au contact avec le sol, sera de 10 000 à 100 000 volumes. Par exemple, si l'on suppose que l'anhydride carbonique est demeuré un an dans la pile fonctionnant sans arrêt à la puissance nominale, le débit de rejet le plus élevé possible (1 t/h) donnerait, au sol, une concentration en carbone radio-actif, égale à quelques centièmes de la concentration maximale admissible pour les populations. Le *débit des rejets* sera calculé en fonction de la contamination du gaz rejeté et des conditions météorologiques, avec une bonne marge de sécurité.

d) *Contrôle des résultats obtenus.* — Ces contrôles, systématiques, seront, continus pour les uns, périodiques pour les autres ; ils seront effectués dans l'enceinte de la centrale et alentour ; ils porteront sur l'anhydride carbonique, sur l'air, l'eau et les produits de la chaîne alimentaire.

La *contamination de l'anhydride carbonique* sera suivie, indépendamment du dispositif de D.R.G. qui effectuera la mesure de la radioactivité successivement sur des groupes de canaux et permettra d'observer l'évolution d'un canal suspect, par un dispositif de mesure d'activité globale. De plus, des prélèvements pourront être effectués en quatre points différents du circuit, avant et après les différents dispositifs de filtration. Enfin, on pourra analyser les dépôts abandonnés sur les filtres.

La *contamination de l'air* par des aérosols sera mesurée :

— de façon continue par des enregistreurs d'aérosols radioactifs (E.A.R.) couramment appelés « babars », sur une bande de papier filtre qui se déroule devant une bouche d'aspiration ;

— sur des prélèvements obtenus par aspiration d'air à travers un filtre fixe.

La *contamination de l'air* par les gaz radio-actifs qui traversent le papier filtre des E.A.R. sera enregistrée à partir d'une chambre d'ionisation.

Les appareils de mesure seront répartis dans le local du réacteur ; certains seront susceptibles de donner une alarme, lumineuse ou sonore, suivant le cas.

D'autres appareils, destinés à la surveillance du territoire, alentour de la centrale, constituent des installations appelées « *stations de santé* ». Etant donné l'intérêt que présentent de tels dispositifs pour les populations, ils feront l'objet d'un chapitre ultérieur.

Des prélèvements ont déjà, et continueront d'être effectués sur l'eau de la Loire, des affluents se jetant dans le fleuve à proximité du site, ainsi que sur l'eau de boisson, afin de noter les variations de la radio-activité naturelle.

Les prélèvements effectués sur les produits de la chaîne alimentaire (essentiellement l'herbe et le lait) permettent d'observer les variations dues aux retombées radio-actives provenant des explosions expérimentales.

3. *Les stations de santé.*

Certaines installations sont fixes ; coûteuses, ne pouvant être multipliées, elles seront doublées par des installations mobiles.

a) *Les stations de santé fixes.* — Elles comprennent des appareils de mesure pourvus de dispositif d'enregistrement, portant essentiellement sur :

— le rayonnement gamma ambiant (chambre d'ionisation) ;

— l'activité bêta des aérosols (E.A.R.) ;

— l'activité bêta des gaz (chambre d'ionisation).

Nous disposons de deux stations de santé fixes, chacune sur une direction de vent dominant passant par la centrale : l'une est au nord-est ; l'autre au sud-ouest. Ces stations seront reliées à la centrale par télétransmission.

b) *Les stations de santé mobiles.* — L'une sera équipée d'appareils sensibles, susceptibles de suivre les variations de la radio-activité naturelle ; l'autre portera uniquement des appareils de mesure autonomes. Chacune d'elles sera reliée à la centrale par radiophonie.

Ces stations permettront :

— l'enregistrement du rayonnement gamma ambiant (cristaux en plastique) ;

— la mesure de l'activité bêta des aérosols par aspiration, sur filtre fixe, d'un volume connu d'air. L'aspiration sera plus ou moins prolongée suivant le degré de contamination de l'air.

Les véhicules seront, en outre, équipés de dispositifs de détection de l'anhydride carbonique et effectueront les prélèvements d'échantillons d'eau, de terre et de produits de la chaîne alimentaire.

Leurs points de stationnement seront déterminés en fonction des renseignements obtenus à la *station météorologique locale* et fournis par la Météorologie Nationale.

III. — Service de radioprotection

L'organigramme de la centrale comprend un *service local de radio-protection*, dirigé par un ingénieur de rang élevé qui reçoit ses directives, par l'intermédiaire du Chef de centrale, du Service Général de Protection contre les Radiations (S.G.P.R.), lui-même responsable devant la Direction Générale d'E.D.F.

Ce service local comprend une équipe assurant une permanence auprès de chacune des tranches, et une équipe chargée de l'exploitation des stations de santé et du laboratoire. Le laboratoire effectuera, par des procédés rapides, des mesures de radio-activité sur échantillons ; les analyses plus poussées ainsi que le développement et l'interprétation des dosimètres photographiques, seront confiés au laboratoire du S.G.P.R., à Paris.

Conclusion

Les réacteurs édifiés par E.D.F. sont d'un type déjà éprouvé par le C.E.A., donc présentant le maximum de sécurité.

Les techniciens de l'E.D.F. travaillent en étroite collaboration avec ceux du C.E.A. Des essais sur maquettes et sur prototypes sont effectués avant l'établissement des plans définitifs, au centre d'études nucléaires de Saclay et au laboratoire national d'hydraulique de Chatou ; les essais sont poursuivis systématiquement chez les constructeurs. Les essais nucléaires pour E.D.F. 1 ont été faits sur le réacteur G. 2. Enfin, dès que l'avancement des montages le permettra, la période des essais se poursuivra sur le site, durant plusieurs mois, avant la montée en puissance, très progressive.

Les réacteurs de Marcoule sont de même type que ceux de Chinon, avec toutefois quelques variantes qui permettront d'élargir le champ des connaissances techniques ; par exemple : à Marcoule, le caisson contenant le réacteur, et devant résister à la pression de l'anhydride carbonique, est en béton précontraint ; dans le graphite, les files de cartouches sont horizontales ; à Chinon, le caisson sera en acier, les cartouches disposées verticalement.

La centrale Euratom dont les travaux seront prochainement entrepris dans les Ardennes, d'un type différent, bénéficiera de l'expérience américaine.

Rien n'est encore arrêté pour la prochaine centrale nucléaire d'E.D.F., mais il est certain qu'elle constituera une nouvelle, mais prudente extrapolation d'un nouveau type de réacteur, déjà éprouvé au C.E.A.

Le programme nucléaire de l'E.D.F. (850 MW électriques en 1965) peut paraître modeste à ceux qui comparent la France à certains pays étrangers ; inutile à ceux qui pensent aux sources d'énergie récemment mises en exploitation dans le sud-ouest et au Sahara.

Ce programme, réaliste, tient compte à la fois de la consommation croissante d'énergie et de l'épuisement inéluctable des sources d'hydrocarbures et des mines de charbon, dont l'exploitation devient, malgré les progrès techniques, de plus en plus coûteuse. Il est prudent, dès aujourd'hui, de se préparer à savoir tirer parti de l'énergie nucléaire.

Cette exploitation pacifique fait naître chez beaucoup trop de personnes — qui pensent Hiroshima et Nagasaki, et savent que l'on dispose aujourd'hui d'armes beaucoup plus puissantes — des appréhensions injustifiées.

Une publicité, certainement exagérée, met toujours bien en vedette les accidents nucléaires. L'année 1958 a été, de très loin, la plus riche en radio-expositions accidentelles importantes, avec 8 victimes à Oak Ridge (E.U.A.) en juin, 6 victimes à Vinca (Yougoslavie) en octobre, 3 victimes à Los Alamos (E.U.A.) en décembre, entraînant au total, deux décès. L'année 1946 (8 victimes dont l'une est décédée) vient immédiatement après 1958 pour le nombre des accidents nucléaires. Tous ont été causés par de fausses manœuvres sur des réacteurs expérimentaux ou dans des laboratoires, ayant entraîné un dépassement de la masse critique avec réaction divergente non contrôlée. Il est impensable que de tels faits puissent se produire dans une installation industrielle.

Aux E.U.A., de 1947 à 1955, sur près de 200 000 travailleurs surveillés, 95 % ont reçu des doses négligeables, 19 ont reçu une exposition supérieure à 15 rems durant l'une de ces 9 années où, cependant, aucun cas mortel n'a été à déplorer.

En France, en 1955, 1956 et 1957, le C.E.A. a effectué la dosimétrie pour près de 21 000 travailleurs, comprenant du personnel d'entreprises extérieures au Commissariat. 86 % ont reçu une dose négligeable, 62 ont reçu une dose supérieure à 15 rems durant l'une de ces trois années.

Il ne faut pas se hâter de rapprocher et de comparer les résultats ci-dessus. On peut tout de même dire que dans les grands centres nucléaires, les travailleurs étant généralement mieux informés que dans les petites entreprises sur les dangers des rayonnements, sont plus prudents et moins exposés.

La nature est, pour nous, une source de rayonnements externes, et de contaminations internes (notre nourriture, l'air que nous respirons, sont *naturellement* radio-actifs).

La radio-activité varie d'un lieu à un autre ; en un lieu donné, d'un instant à l'autre. Les appareils de mesure sont devenus assez sensibles pour observer ces variations.

Dans l'une de nos stations de santé, construite sur une digue en béton, le débit de dose gamma est, en moyenne, de 30 microrem par heure ; sur l'autre, placée dans la campagne, mais sur une terrasse en béton, on trouve 20. Les enregistrements de l'activité des aérosols atmosphériques montrent des variations considérables, suivant les

conditions météorologiques. Cette radio-activité est due à peu près uniquement au dépôt actif du radon. Elle est, en moyenne, de 10^{-10} curie de radon par mètre cube d'air. La C.I.P.R. recommande de se tenir au-dessous de 10^{-8} concentration qui est dépassée naturellement en cas d'inversion prolongée du gradient de température, mesuré à partir du sol.

N'ayons pas une crainte irraisonnée de la radio-activité, et sachons que les responsables font appliquer les recommandations, très prudentes, de la C.I.P.R.

M. DELPLA

FICHES
DU COMITÉ D'ÉTUDE DES TERMES TECHNIQUES FRANÇAIS

Nouvelle Série

BOOST - BOOSTER - BOOSTER PUMP - BOOSTING

Termes de l'aéronautique, de l'industrie du pétrole, de l'industrie des détergents, du vocabulaire de l'eau, etc.

1. BOOST (subst. aviation) = PRESSION D'ADMISSION, ou en abrégé ADMISSION.

Ce terme peu employé est à proscrire ainsi que l'expression « mettre les boosts », qui doit être remplacée par « mettre les gaz ».

2. BOOSTER PUMP (aviation) = POMPE DE RENFORT, OU POMPE D'APPOINT OU POMPE D'ALIMENTATION.

3. BOOSTER (industrie du pétrole) = SURPRESSEUR.

BOOSTER (aviation) = ACCÉLÉRATEUR (moteur auxiliaire utilisé pour le décollage d'une fusée).

BOOSTER (vocabulaire des détergents) = RENFORÇATEUR (additif développant un effet synergiste sur un ou plusieurs pouvoirs des surfactifs).

4. BOOSTING (vocabulaire de l'eau) = SURPRESSION.

Faire du boosting = SURPRESSER.

BREAK POINT
CHLORATION AU BREAK POINT

Termes du vocabulaire de l'eau.

Définition : lorsqu'on effectue la chloration d'une eau contenant de l'ammoniac libre ou combiné avec des doses croissantes de chlore, on atteint le break point lorsque la teneur en chlore résiduel passe par un minimum ; on a alors détruit tous les organismes vivants et les matières organiques.

Traductions proposées :

— BREAK POINT = POINT DE SURCHLORATION ;

— CHLORATION AU BREAK POINT = CHLORATION OPTIMALE ;

— CHLORATION AU-DELA DU BREAK POINT = SURCHLORATION.

CARRY THROUGH ANTIOXIDANTS

Terme de l'industrie chimique.

Définition : substances dont les propriétés antioxygène sont capables de résister aux divers traitements appliqués à la matière qu'elles ont mission de protéger contre l'action de l'oxygène.

Traduction proposée : ANTIOXYGÈNES PERSISTANTS.

N. B. — Le terme *antioxygène* est dû aux chimistes français MOUREU et DUFRAISSE, qui les premiers ont signalé que certains corps ralentissaient l'action de l'oxygène.

Le terme *antioxidant*, d'origine américaine, appliqué aux mêmes substances, est impropre et inexact, car les « antioxygènes » n'ont pas d'action retardatrice sur les oxydants, tels par exemple que l'acide chromique, le permanganate de potassium, etc.

CENTERLESS

Terme de mécanique.

Définition : catégorie de machines à rectifier, dans lesquelles la pièce à rectifier n'est pas maintenue comme dans les machines classiques par deux pointes matérialisant l'axe de rotation.

Traduction proposée : SANS POINTES (MACHINES).

Nota. — Les constructeurs français emploient indifféremment « centerless » ou « sans centres », qui en est la traduction littérale. Le Comité propose de remplacer « sans centres » par « sans pointes » pour éviter une allitération déplaisante.

CONTOUR HARDENING

Terme de métallurgie.

Définition : procédé de trempe superficielle, réservé aux engrenages et aux pièces en acier de forme compliquée. Le chauffage, par induction à haute fréquence ou par chalumeau à combustion, est très rapide ; il est suivi d'un refroidissement brutal.

La délimitation entre la couche périphérique durcie par cette trempe et le substratum non trempé est une surface sensiblement parallèle au contour de la pièce. D'où le nom du procédé.

Traduction proposée : DURCISSEMENT PÉRIPHÉRIQUE.

Nota. — L'expression « surface hardening » est traduite par : DURCISSEMENT SUPERFICIEL.

CRIB

Terme du vocabulaire de l'eau.

Définition : prise d'eau dans une rivière ou dans un lac.

Traduction proposée : PRISE D'EAU.

FLASH OFF

Terme du vocabulaire de l'eau.

Définition : eau perdue sous forme de vapeur lorsque, au cours du prélèvement d'eau de chaudière, on n'a pas pris la précaution de refroidir l'échantillon.

Traduction proposée : EAU ÉVAPORÉE.

GRIT

Terme du vocabulaire de l'eau.

Définition : solides minéraux (sables et graviers) entraînés dans l'eau d'égout.

Traduction proposée : SABLES.

HEAVY DUTY

Expression utilisée dans les industries du pétrole, de l'automobile.

Sens généraux de « heavy duty » :

— renforcé, construit pour de durs travaux, ou pour un dur service ;
— soumis à un dur travail ;
— à grand rendement (ou débit) ;
— à grande production.

Traductions proposées :

Il n'est pas possible de donner une traduction unique. Voici, à titre d'indication, quelques exemples :

— Heavy duty engine = MOTEUR POUSSÉ, OU A GRANDE PUISSANCE ;
— Heavy duty type = MODÈLE POUR GROS TRAVAUX ;
— Heavy duty machine = MACHINE ROBUSTE, RENFORCÉE ;
— Heavy duty work = MANŒUVRE DE FORCE ;
— Heavy duty car = POIDS LOURD (véhicule) ;
— Heavy duty jack = CRIC POUR POIDS LOURD ;
— Heavy duty propeller relay = RELAI GROSSE INTENSITÉ DE COMMANDE D'HÉLICE ;
— Heavy duty contact points = CONTACTS, OU VIS, GRANDE INTENSITÉ ;
— Heavy duty oils = HUILES DE HAUTE TENUE.

PACKAGING

Terme commercial.

Définition : habillage extérieur d'un produit, avec toutes les caractéristiques de cet habillage, pratiques, esthétiques, etc.

Traductions proposées : EMBALLAGE, PRÉSENTATION, CONDITIONNEMENT (suivant le cas).

PLATFORMING

Terme de l'industrie du pétrole.

Définition : procédé de reformage en lit fixe, utilisant un catalyseur au platine.

Traduction proposée : REFORMAGE AU PLATINE.

Justification : platforming est formé par la contraction de platinum et de reforming. Comme reforming (au sens de l'industrie du pétrole) correspond à reformage, la traduction ci-dessus s'en déduit.

PONDAGE

Terme du vocabulaire de l'eau.

Définition : retenue d'eau pour usage ultérieur, généralement pour production d'énergie.

Egalement : action de retenir l'eau dans ces mêmes conditions et dans ce même but.

Traduction proposée : RETENUE D'EAU, en abrégé RETENUE.

REACTANTS - PRODUCTS

Termes de chimie.

Définition : les « reactants » sont les produits chimiques que l'on introduit dans une chambre de réaction, où ils réagissent les uns sur les autres. Les produits de ces réactions sont les « products ».

Traductions proposées :

— reactants = RÉACTIFS OU CHARGE ;

— products = PRODUITS (de la réaction).

Nota. — Les mots réactant, réagent, réacté doivent être proscrits.

RENDERING

Terme de l'industrie chimique (corps gras).

Définition : technique de purification d'une graisse par fusion (fusion en chaudière ouverte, fusion à la vapeur, etc.).

Traduction proposée : FONTE.

REPRESSURING

Terme de l'industrie du pétrole.

Définition : mise sous pression d'un gisement presque épuisé. La pression peut être obtenue par une introduction d'air, de gaz naturel ou d'eau.

Traduction proposée : RECOMPRESSION.

VEILING

Terme commercial.

Définition : mot néerlandais signifiant « lieu où l'on vend », « marché » (dans l'acception la plus générale du mot marché).

On commence, en France, à désigner sous ce nom, un certain type de marché (vente au cadran, par offres décroissantes).

Traduction proposée : MARCHÉ AU CADRAN.

Quelquefois le contexte conduit à traduire veiling par *vente au cadran.*

Exemples :

1. le veiling de Saint-Peray commencera à fonctionner à la fin... = le marché au cadran de Saint-Peray commencera à fonctionner à la fin... ;

2. une expérience pilote de veiling en France... = une expérience pilote de vente au cadran...

WASTE

Terme du vocabulaire de l'eau.

Définition : déchets liquides.

Traduction proposée : EAUX RÉSIDUAIRES.

WORK SAMPLING

Terme d'étude du travail.

Définition : technique de mesure des intervalles de temps pendant lesquels un exécutant, ou une machine, travaille ou ne travaille pas.

Il existe plusieurs procédés de mesure, qui reposent sur des sondages statistiques.

Traduction proposée : SONDAGE CHRONOMÉTRIQUE.

LA CONQUÊTE DES TERRES SUR LA MER

A l'occasion de l'inauguration du Cours international d'hydrotechnique 1958-1959 *qui eut lieu le* 28 *octobre* 1958, *M. A. Volker, membre de la Faculté, a prononcé le discours suivant.*

La Revue Générale des Sciences *remercie la Fondation des Universités néerlandaises pour la Coopération internationale (NUFFIC), ainsi que la Direction et la Rédaction de la Revue* Enseignement supérieur et Recherche scientifique aux Pays-Bas, *d'avoir bien voulu en autoriser la publication.*

Le Cours International d'Hydrologie a pour objet l'étude d'un nombre déterminé de problèmes d'hydraulique, à partir d'expériences acquises aux Pays-Bas et en d'autres pays. Parmi les divers sujets appartenant à ce domaine de la science, la récupération de terres, situées dans les zones littorales à niveau égal ou inférieur au niveau de la mer, a toujours été considérée comme relevant plus particulièrement de la Hollande. Cependant l'œuvre passionnante qu'est cette conquête pacifique de terres, ne se limite pas au territoire peu étendu des Pays-Bas. Des travaux de même nature ont été entrepris, ou sont actuellement en cours, en plusieurs parties du monde. C'est pourquoi j'aimerais vous entretenir pendant quelques instants des aspects techniques et des motifs économiques qui résultent ou sont à la base de telles entreprises. Nous verrons que l'assèchement de zones littorales de basses terres et de parties de la mer constitue souvent un élément indispensable au développement technique et économique des zones littorales surpeuplées.

Pour commencer je ferai quelques remarques sur les travaux d'assèchement accomplis en Hollande. Ce ne sont pas des raisons de priorité historique qui m'y poussent ; à vrai dire, les chinois bien avant les hollandais réussirent à combattre avec succès les variations de marées. Si nous parlons des Pays-Bas c'est simplement parce que, ici, nous trouvons ces travaux à proximité.

Parmi les habitants de ce pays très peu savent que des travaux d'assèchement de proportions modestes furent commencés vers l'an 1000. A partir de cette date, la science de l'hydraulique se développa si rapidement que vers l'an 1270 il devint possible d'entreprendre des travaux d'assez grande envergure. A cette époque, des ingénieurs réussirent à barrer un fleuve sensible aux marées, large

de 270 m, sur deux endroits, séparés par une distance de 45 km et à endiguer les terrains situés des deux côtés de la partie barrée. Malheureusement, nous ne sommes que très incomplètement informés sur la technique employée. Sur les travaux importants exécutés au cours du XVIIe siècle nous avons beaucoup plus de détails. A l'époque beaucoup de lacs furent asséchés au moyen de moulins à vent, des lacs actuellement situés à 3,60 m au-dessous du niveau de la mer. Ce fut Jan Leeghwater, un constructeur de moulins à vent, qui montra à ses compatriotes la méthode pour obtenir des terres nouvelles. Son nom signifie « eau basse ». Peut-être lui donna-t-on ce nom à cause de l'enthousiasme qu'il afficha pour l'assèchement des lacs. Quoiqu'il en soit, en quelques décennies, il transforma la surface du pays.

A côté de la conquête de terres nouvelles, le XVIIe siècle se distingua encore par plusieurs projets hardis. C'est ainsi que Hendric Stevin — un contemporain de Leeghwater — lança en 1667 l'idée de l'endiguement du Zuyderzee et des estuaires dans le delta du Sud-Ouest dans le but de prévenir l'intrusion de l'eau de mer et de garantir l'alimentation en eau du pays. Déjà au XIIe siècle les hollandais émigrèrent pour aller s'établir ailleurs en Europe, en Russie, en Pologne, en Allemagne, en France ; nullement dans le but de chasser les habitants, mais pour s'établir sur des terres qu'ils allaient créer de leurs propres mains. De nos jours, quand nous visitons ces régions, nous voyons de belles terres arables, protégées contre les marées par les descendants de ces premiers colons. Cependant, je préfère vous parler aujourd'hui des œuvres accomplies par des techniciens d'autres pays, en consultant parfois des spécialistes hollandais. Ceci à l'appui de ma thèse, suivant laquelle la conquête de terres sur la mer n'est pas une activité humaine un peu curieuse inventée par des Hollandais ambitieux, mais signifie plutôt une réalisation technique qui revêt une importance mondiale.

En dehors des Pays-Bas il existe une vingtaine de pays où des travaux d'assèchement et d'endiguement dans leurs zones littorales ont été accomplis. L'étude des différents aspects techniques de ces travaux qui varient en fonction des différences imposées par les conditions locales présente un grand intérêt. Je me limiterai à quatre exemples.

Lorsque, voyageant en France, on se dirige vers le Sud, on trouve de tels travaux situés dans l'estuaire de la Seine et le long des côtes de l'Atlantique et de la Méditerranée. En France ce furent des moines qui commencèrent — comme en Hollande — au XIe et au XIIe siècles des travaux semblables. Une initiative nouvelle fut prise par le roi Henri IV et son ministre Sully, qui appela un ingénieur hollandais, du nom de Bradley ou Braat. Cependant, un progrès effectif ne fut réalisé que par les successeurs de Bradley. Plus tard, Napoléon s'intéressa aux travaux d'endiguement qu'il activa considérablement par de sages mesures administratives. A la suite de l'endiguement successif des terres, exposées aux influences des marées et à cause

du prolongement des embouchures des fleuves qui en était résulté, le drainage des terres situées à l'intérieur devint de plus en plus difficile. Ce qui est très remarquable est que cette circonstance ne ralentissait aucunement les travaux de récupération. L'activité s'en trouvait plutôt accrue. L'endiguement près de la mer était en effet considéré comme une entreprise moins compliquée et moins coûteuse que l'amélioration du drainage des terrains déjà existant que l'on pouvait obtenir en élargissant les cours d'eau et les canaux et en installant des stations de pompage. Voilà pourquoi, à l'intérieur du pays, nous rencontrons des marais humides avec leur végétation luxuriante, mais aux abords de la mer, nous trouvons des marais asséchés qui présentent un paysage qui nous rappelle celui des nouveaux polders en Hollande.

Actuellement, il n'existe pas en France une pénurie urgente de terres arables. Pourtant, le gouvernement français aimerait continuer les travaux d'assèchement.

Les polders situés sur la côte portugaise sont d'origine récente. Pendant la période de l'expansion maritime du Portugal personne n'était intéressé à l'agrandissement du territoire, agrandissement qui aurait nécessité un labeur patient et difficile. C'est pourquoi dans ce pays, contrairement à la situation existant en Hollande, en France et au Japon, les XVIe et XVIIe siècles ne virent aucune conquête de terres sur la mer. Ce n'est que vers la fin du XVIIIe siècle que le fameux Marquis de Pombal — le reconstructeur de la ville de Lisbonne — prit l'initiative des travaux d'assèchement dans les baies et les lagunes du pays. De nos jours, nous pouvons visiter les polders situés dans la lagune d'Aveiro dans le nord du pays — la ville aux canaux et aux maisons attrayantes, de style baroque qui nous rappellent celles de Frise — ou encore ceux qui se trouvent dans les estuaires du Sado et du Tage, près de Lisbonne (où est situé le polder nommé Leziria qui couvre une superficie de 13 000 hectares et qui compte parmi les grands polders du monde), ou bien encore ceux qui s'étendent sous le soleil brûlant des Algarves sur la côte méridionale du Portugal.

Les conditions géologiques et climatologiques de ces polders ou « salgados » sont telles que, à moins d'une irrigation bien ordonnée, le pays ne peut produire qu'une assez maigre récolte de blé d'hiver. Cependant si l'on dispose d'eau fraîche, les polders peuvent être transformés en rizières fertiles qui produisent une récolte abondante. Cela explique pourquoi le problème que pose l'assèchement de terres le long du bord de mer s'identifie en premier lieu avec celui de l'eau fraîche qu'il faut trouver dans les zones littorales et présente parfois des aspects assez critiques comme nous verrons après. Au Japon, la création de terres nouvelles le long des côtes et la transformation en de belles rizières du fond de la mer a toujours été considérée comme un facteur important de l'économie nationale. On a tout lieu de croire que les premiers travaux de ce genre y furent exécutés au début du XVIIe siècle. Parfois des dates plus anciennes sont mentionnées, mais, en ces cas, il s'agit probablement de la récupération de terres

assez élevées qui ne nécessitait que la protection contre des marées exceptionnelles.

Un nom célèbre figure dans cette histoire de la conquête de l'homme sur la mer : le daimyô Katô Kiyomasa, un seigneur féodal qui avait sa résidence près de Kumamoto à Kyûshû, l'île méridionale du Japon. Il exécuta beaucoup de travaux de récupération dans cette région et les terres asséchées formèrent peut-être le noyau du comté de Tamana, fondé en 1589.

Dans l'histoire de l'architecture, Katô Kiyomasa s'est rendu célèbre comme architecte de châteaux et de forteresses. C'est pourquoi nous croyons qu'il dessinait ses digues de la même façon que les murs de ses châteaux : de lourds massifs de pierre présentant à l'extérieur des façades hautes et abruptes. Des poètes japonais chantent la beauté ravissante du paysage de ces terres nouvelles et nous pouvons lire comment Katô Kiyomasa, un beau jeune homme de 27 ans, qui de son château pouvait guetter les terrains d'alluvion, avait l'habitude de piquer des deux son cheval favori en se rendant de Kumanoto à Tamana pour surveiller les travaux.

Au Japon, le besoin de plus de terres arables était tel que les ingénieurs japonais n'attendaient pas le moment où la couche alluviale aurait atteint le niveau de la haute marée normale (comme c'était l'habitude en Hollande, en France et au Portugal)mais ils asséchaient la terre aussitôt que celle-ci avait atteint le niveau de la marée des eaux mortes. De source japonaise, nous savons qu'au cours des temps 356 milles carrés environ de terre ont été conquis sur la mer par des endiguements graduels, tandis que la longueur totale des digues construites s'élève à 1 125 milles environ.

Récemment le procès d'assèchement a été accéléré par l'exécution de grands projets. Les principes techniques qui sont à la base des travaux du Zuyderzee en Hollande, c'est-à-dire l'assèchement partiel d'une portion de mer clôturée, combiné avec l'aménagement d'un réservoir d'eau fraîche, ont été adoptés également pour les travaux de la Baie de Kojima près de Okayama, qui sont en voie d'achèvement. Cette année on a commencé l'assèchement d'une vaste lagune qui mesure à peu près 12 500 hectares. L'expérience japonaise, aidée d'avis émanant de spécialistes hollandais, a abouti au projet d'un polder qui, une fois terminé, aura un des niveaux les plus bas de la terre. Je ne peux consacrer que quelques mots au dernier de mes quatre exemples, quoique celui-ci soit peut-être le plus curieux et le plus intéressant. C'est qu'il présente le cas d'un pays où, malgré l'abondance de terres arables qui ne font qu'attendre le laboureur, on a exécuté des travaux d'assèchement. Je pense au Canada où l'on a asséché une baie du Lac Huron en construisant une digue transversale et des canaux latéraux à un niveau élevé destinés au drainage. Le dessin régulier de ces parcelles de terre situées au milieu des immenses collines légèrement ondulantes du Canada offre un spectacle bien étrange. Une autre initiative plus audacieuse représente le plan de

la Boundary Bay, près de Vancouver, située sur la frontière entre le Canada et les Etats Unis.

Après avoir examiné ces exemples — qui ne représentent que quelques-uns pris sur une longue liste de pays — il nous faut aborder la question suivante : quels motifs ont poussé les autorités à l'endiguement et au barrage dans les zones littorales ? En vérité, les travaux de cet ordre sont en général assez coûteux ; en outre, les terres récupérées sont exposées aux risques d'inondation et — comme nous le verrons plus loin — l'exécution de travaux d'assèchement du type indiqué demande la solution d'un certain nombre de problèmes techniques qui relèvent de divers domaines de l'hydraulique.

La pénurie de terres arables, due à la surpopulation des districts ruraux est une raison évidente pour entamer la conquête pacifique de la mer. Si les frais considérés du point de vue de l'entreprise privée dépassent la valeur des terres acquises, l'état devra commencer ces travaux dont l'exécution sera considérée comme justifiée du point de vue de l'économie nationale.

Le Japon et les Pays-Bas nous présentent une telle situation où des travaux de récupération de grande étendue se trouvent en voie d'exécution dans les zones littorales. Dans ces cas, l'Etat a entamé des travaux de construction au profit de l'avenir de l'économie nationale.

Cependant, cette argumentation ne s'applique point aux importants travaux de récupération, exécutés autrefois dans ces pays. Elle n'explique pas non plus l'exécution de travaux de cet ordre en divers autres endroits dans le monde.

En Hollande, au XVII[e] siècle, où la production de terres nouvelles atteint son apogée, on trouva les promoteurs dans un groupe de riches marchands d'Amsterdam qui voulaient trouver des placements sûrs pour leur argent. A cette époque on achevait de grandes œuvres de récupération au Japon. Les seigneurs féodaux, les daimyôs, s'assurèrent l'aide de paysans pour exécuter leurs projets et distribuèrent, une fois l'œuvre accomplie, à ceux-ci des terres labourables en compensation du travail. Ensuite des taxes furent fixées, dont le revenu pouvait être employé pour des fins différentes. Voilà une méthode de financement tout à fait saine qui est encore pratiquée de nos jours.

Sans doute d'autres motifs peuvent militer en faveur de l'exécution de travaux de ce genre. Les zones littorales comptent parmi les parties les plus peuplées du monde. Le développement de la plupart des grandes civilisations a été déterminé par leur contact avec la mer, qui permet des communications faciles et impose des délimitations définies. L'homme a toujours porté son regard plutôt sur la mer que sur la terre. Récupérer des terres aux dépens de la mer satisfait ses plus nobles désirs de conquête ; ce besoin épouse les intérêts locaux du littoral, car c'est d'abord là qu'au cours des siècles le besoin de plus de terres arables s'est fait sentir. Ainsi s'expliquent peut-être les travaux effectués en France et au Portugal mentionnés plus haut.

Mis à part les raisons économiques et sociologiques, il existe un simple facteur technique qui rend très attrayant les travaux d'endiguement. La couche argileuse supérieure qui apparaît après l'enlèvement de l'eau a une grande fertilité naturelle, à condition qu'une méthode appropriée de dessalage soit appliquée. La terre nouvelle est à peu près plate. Ce qui signifie qu'en adoptant un système approprié de drainage et d'irrigation, il sera possible d'assurer un contrôle parfait sur l'eau.

En outre, l'exécution de travaux d'endiguement et d'assèchement partiel de bras de mer comporte quelques avantages supplémentaires. La réduction de la ligne côtière garantit une meilleure protection des terres déjà existantes, contre les raz de marée ; l'infiltration du sel peut être mieux combattue ; la création de réservoirs d'eau fraîche devient possible ; la navigation peut être rendue plus facile ; des terres nouvelles peuvent être mises à la disposition de l'extension urbaine et industrielle, etc.

Par suite de ces avantages de caractère secondaire, un projet qui est simple à l'origine servira parfois à la réalisation de plusieurs objectifs. Cela lui confère une importance beaucoup plus grande parce qu'ainsi il portera profit à plusieurs groupes qui représentent des intérêts différents.

Cependant, conquérir des terres sur la mer n'est pas exclusivement une affaire porfitable. C'est une activité qui donne beaucoup de satisfactions aux techniciens qui en sont chargés, à cause de sa variété. Nous verrons après qu'elle comprend plusieurs matières qui relèvent des trois branches de la science hydraulique qui figurent au programme de notre Cours International.

En premier lieu, la clôture d'anses, d'estuaires, de baies ou de golfes de proportions considérables demande un examen préalable et sérieux des conséquences qu'elle comportera pour les marées et ses courants. Parce que tout changement entraînera des répercussions qui auront leur importance pour le projet d'assèchement à exécuter ainsi que pour les côtes et les voies navigables adjacentes. Ainsi nous abordons le domaine de la technique des marées et de la technique des côtes. Pour projeter correctement le système de drainage du terrain à endiguer il faudra connaître à fond les nouvelles conditions qui détermineront l'alternance des marées après exécution des travaux de récupération.

En outre, une connaissance parfaite des chenaux et des passes s'impose, parce que les possibilités de décharge des eaux superflues dépendent en grande partie de leur capacité d'absorption.

L'opération qui a pour but l'endiguement d'un bassin exposé aux influences des marées demande également une connaissance approfondie des phénomènes qui se rapportent à leur alternance. Quand nous en sommes à boucher le dernier trou qui subsiste dans la digue de clôture les courants deviennent de plus en plus rapides. Surtout lorsqu'il s'agit de terrains particulièrement sensibles à l'érosion,

l'opération entière risque d'échouer, à moins de prendre des mesures spéciales de façon à empêcher le sol d'être enlevé par le courant. Aussi faut-il effectuer l'opération de clôture finale le plus vite possible. Le choix du système à employer est toujours un problème délicat. La comparaison des expériences faites dans la pratique avec les résultats obtenus sur des modèles pourra offrir des directives profitables.

Un autre problème est la protection des basses terres situées dans les zones récupérées. Ce problème relève du domaine de l'hydraulique côtière. La sécurité des habitants dépend de l'efficacité des digues ou des barrages projetés. Souvent le projet est handicapé sérieusement parce que l'on ne peut disposer que du matériel qui est disponible sur place ou parce qu'il est impossible de faire usage de l'équipement le plus approprié. Souvent les digues doivent être construites en pleine mer. Alors seules des dragues modernes permettront l'exécution des travaux. Parfois l'ignorance des possibilités offertes par l'emploi d'installations flottantes pour des travaux de terrassement a été à l'origine d'abandons de projets qui auraient pu donner des profits considérables.

Une certaine expérience acquise est indispensable si l'on veut élaborer des projets appropriés pour la construction des digues. Cela n'empèche que dans le cas spécial, où l'on doit effectuer des constructions sur des fondations peu stables, des recherches d'ordre géotechnique faites sur la mécanique du sol pourront seules contribuer à éviter un échec. Il va sans dire que la transformation du fond de la mer en terre labourable est surtout un travail de récupération et d'amélioration. Ce travail présente plusieurs problèmes identiques à ceux que présente la mise en valeur de marais, de basses et hautes tourbières ou de lacs. Comme dans les cas énumérés, le projet pour les travaux d'endiguement à effectuer dans les zones littorales devra se conformer, dès le commencement, aux exigences de l'agriculture. C'est pourquoi l'ingénieur hydraulicien et l'agronome procéderont ensemble à son élaboration. Afin de rendre cette collaboration plus efficace, l'ingénieur hydraulicien devra avoir des connaissances pratiques d'agronomie, en particulier pour ce qui concerne les problèmes de dessalage de terres alcalines.

Comme c'est le cas pour les terres récupérées à l'intérieur du pays, il sera souvent indispensable d'équiper les terres récemment conquises sur la mer d'un système d'irrigation. Alors il faudra résoudre le problème posé par l'eau qu'il faut trouver en quantité suffisante et en outre d'une salinité si restreinte qu'elle permette son usage comme eau d'irrigation, spécialement pendant les périodes sèches.

Voilà un problème compliqué parce que la construction de réservoirs dans les zones littorales à l'aide de barrages dans les vallées est souvent rendue impossible à cause des conditions topographiques. Laisser inondée une partie du terrain récupéré dans le but de former un réservoir sera alors la solution qui s'imposera. Cependant, cela ne sera faisable que lorsqu'une étude des conditions hydrologiques et géohydrologiques aura prouvé que la salinité de l'eau qui se trouvera

dans le réservoir sera suffisamment basse. Cela oblige à évaluer les quantités proportionnelles d'eau et de sel qui se trouveront plus tard dans les terrains à assécher ainsi que dans la partie destinée à constituer le réservoir. Pour ce qui concerne ce réservoir il faudra estimer la capacité des diverses sources d'intrusion du sel (ainsi par exemple : l'entrée d'eau salée par des écluses, la pénétration de l'eau de mer dans les estuaires et l'ascension d'eau d'une forte salinité à partir du sous-sol). Une étude des conditions qui règnent dans la nappe d'eau souterraine est de la plus grande importance spécialement lorsqu'il s'agit de la récupération de terrains qui sont situés plus bas que le niveau moyen de la mer. C'est que la différence d'altitude qui existe entre les terres nouvelles et celles environnantes provoquera un mouvement des eaux souterraines. Ce mouvement occasionnera l'ascension vers la surface de l'eau qui se trouve à grande profondeur et qui souvent est assez saumâtre. Des recherches de caractère géo-hydrologique récemment faites pour des grands projets de récupération de terres en Irak, au Japon et aux Pays-Bas ont montré que les méthodes géophysiques de prospection (en particulier la méthode de la résistance géo-électrique) pourront fournir les données requises d'une façon rapide et économique, à condition d'être accompagnées de sondages effectués à petite échelle.

Pourtant, satisfaire aux exigences de la sécurité, de l'emploi du terrain, du drainage et de l'irrigation, du transport et de la colonisation n'est pas suffisant. La récupération impliquera souvent la création d'un nouveau district. En ce cas le planning « physique » des terres nouvelles présentera des aspects similaires à ceux qui sont caractéristiques du planning des villes. Beaucoup de spécialistes qui appartiennent à des sphères d'activité différentes seront nécessaires pour créer un projet d'ensemble et ce travail d'équipe devra être bien organisé. Comme les zones littorales sont souvent assez plates et le paysage qui environne les travaux d'assèchement manque presque toujours de traits saillants, on devra surtout porter son attention sur le problème de la création du paysage de la nouvelle zone, afin de rompre la monotonie et l'étendue des terres nouvelles à défricher. Voici pourquoi il sera désirable de faire appel aux experts « paysagistes » pour dresser un « plan de paysage » en étroite collaboration avec les autres experts comme les techniciens, les agronomes et les sociologues. Pour terminer mentionnons la troisième branche de l'hydraulique, c'est-à-dire les rivières et les travaux pour la navigation. Parfois nous aurons à faire dévier les cours d'eau ou même des fleuves en leur donnant une nouvelle embouchure. En ce cas nous devrons tenir compte de modifications éventuelles apportées aux transports de matières solides par ces fleuves ainsi que de la position de leur lit. Voilà un des problèmes centraux de l'hydraulique des fleuves.

L'accessibilité de la zone endiguée ou récupérée à la navigation exige la construction d'écluses. En outre, le système de canaux destinés à la navigation dont sera munie la zone devra être conçu de façon

à répondre aux exigences du transport et en permettant en même temps de faire double emploi avec celui destiné au drainage. La grande variété de problèmes que pose la récupération de zones littorales offre une excellente occasion aux futurs ingénieurs de s'instruire de façon efficace en des matières qui appartiennent aux branches diverses de l'hydraulique. L'homme qui collabore à la création de terres nouvelles ou qui assiste à la naissance de la terre vierge, se verra confronté avec des expériences qui pourront marquer sa vie de manière définitive.

C'est à cela que Goethe, le poète allemand, devait penser lorsqu'il conçut la seconde partie de la tragédie de Faust. La dernière scène du cinquième acte se passe dans des terres récemment conquises sur la mer. Elles sont traversées par un canal large et droit qui se termine à l'endroit où le palais de Faust a été construit. Ni la possession des sciences occultes ni les plaisirs d'amour et de la jeunesse n'ont assouvi ses ambitions. Ils ne lui ont pas enseigné non plus le sens le plus profond de la vie ; ce n'est que la lutte pour l'existence sur une terre nouvelle et libre qui permettra d'atteindre ce but. Ainsi les traces de son existence ne se perdront pas dans le néant.

Conquérir des terres sur la mer n'est pas le monopole des Hollandais. J'ai passé des moments très agréables en discutant les problèmes qui s'y rapportent avec des ingénieurs polonais, français, portugais et japonais ce qui nous permit d'échanger des expériences mutuelles acquises. J'étais heureux d'apprendre que les ingénieurs étrangers songent toujours aux Pays-Bas, quand ils se proposent de projeter et d'exécuter des travaux de très grande envergure. Actuellement la Hollande peut offrir une coopération technique de caractère international dans ce domaine. Cependant, il restera toujours indispensable de se familiariser avec les problèmes et les conditions régnant dans le pays intéressé si l'on veut assurer une information satisfaisante sur les dessous de la question et réaliser une coopération utile entre les ingénieurs responsables.

J'espère que le Cours International d'Hydrotechnique qui débute maintenant dans une nouvelle année universitaire pourra contribuer à la diffusion de la science hydraulique ainsi qu'à l'établissement de liens d'amitié entre les ingénieurs qui viennent de toutes les parties du monde.

M. VOLKER

Nouvelles scientifiques

● *Déplacement de la production pétrolière en U.R.S.S.* — Actuellement la première région productrice de l'U.R.S.S. est la République tatare, au confluent de la Volga et de la Kama, qui semble disposer de très grandes réserves au coin sud-est de son territoire.

Vient ensuite la République bachkire, et en troisième lieu l'Azerbaïdjan. La région de Kouibychev occupe la quatrième position, mais se propose de passer à la troisième place, avant Bakou, d'ici trois ans. Les calculs faits sur la base des éléments publiés montrent donc que si la Bachkirie est encore loin d'avoir rattrapé le Venezuela, la République tatare, petit territoire de 68.000 kilomètres carrés, a déjà égalé l'Irak (qui, rappelons-le, produit très de 35 millions de tonnes par an) et est en passe de devenir le « Koweït de l'U.R.S.S. ». Cette croissance est d'autant plus remarquable qu'elle est de très fraîche date : en 1955 la première place dans le pays revenait encore à la Bachkirie, qui venait tout juste de dépasser la région de Bakou. Ce sont les régions de la Volga moyenne et de l'Oural, qui devront fournir en 1960 les trois quarts du pétrole du pays, soit plus de 100 millions de tonnes.

(*Le Monde*).

● *Automatisation et diagnostic.* — Un service du Collège médical de l'Université Cornell a mis au point un système de computation automatique des questionnaires qu'habituellement le médecin remplit pour chaque patient ou qu'il fait remplir dans son service. Ce questionnaire permet au médecin d'orienter le diagnostic. On a essayé de faire établir le diagnostic par une machine qui utilise les réponses aux différentes questions.

Dans un hôpital de New-York on a constaté, sur des cas où le diagnostic était déjà connu, que la machine établit le diagnostic exact. dans 43% des cas.

Le Dr. Brodman, auteur de cette méthode pense l'utiliser dans les cas d'enquêtes rapides de médecine sociale ou prévention, sans pour autant supprimer le diagnostic personnel du médecin (d'après le « Scientific American »).

● *La population de l'U.R.S.S.* — On commence à connaître quelques-uns des résultats du dernier recensement russe. La population totale de l'U.R.S.S. s'élève à 208,8 millions d'habitants. La population féminine est, de beaucoup la plus nombreuse puisqu'il y a 55 personnes du sexe féminin pour 45 du sexe masculin.

C'est pour les personnes d'un âge supérieur à 32 ans que le déficit est le plus marqué. Il semble être dû, en partie, aux pertes de vies humaines durant la dernière guerre et qui auraient été supérieures à 7 millions.

Un autre trait caractéristique de la situation démographique russe est l'accroissement de la population urbaine, dont le total est actuellement de 100 millions d'habitants. Depuis 1956 seulement, deux cents nouvelles villes ont été fondées et la population urbaine a augmenté de 16 millions. L'accroissement de la population est de 3,5 millions d'individus par an.

● *Bactéries et virus.* — On sait qu'il existe de nombreux virus bactériophages. L'inverse, c'est-à-dire une bactérie détruisant un virus, existe aussi d'après les travaux de B.E. Volcani du Laboratoire des virus de l'Université de Californie, cités par le « Scientific American ». Il s'agit de détruire le virus de la mosaïque du tabac en attaquant la couche protéïnique par une action enzymatique. Un des intérêts de ces recherches est de pouvoir permettre l'étude de la dégradation et de la structure des virus.

● *Pour remédier à l'inflation démographique.* — La Revue trimestrielle (3e trimestre 1959) du Conseil mondial des Eglises (protestantes et orthodoxes) publie un rapport dans lequel un Comité de 22 ecclésiastiques, médecins et sociologues se prononce en faveur de toutes les méthodes de contrôle des naissances, en tant que « solution partielle à l'accroissement de la population mondiale ». (*Le Monde,* 8 octobre 1959).

● *Progrès récents sur les semi-conducteurs.* — Un congrès qui a eu lieu récemment à Boston, sous les auspices de la « Metallurgical Society of the American Institute of Mining » a fait le point des derniers progrès réalisés dans l'industrie des semi-conducteurs.

D'après la « Transitron Electronic Corp. » (Mass.) le siliciure de cobalt peut être utilisé dans les piles thermo-électriques jusqu'à 800° C. avec un dendement de 15%. Les semi-conducteurs au tellurure de germanium et au phosphore de gallium permettent d'atteindre la gamme de températures comprises entre 700 et 950° C. D'après les laboratoires de la « Westinghouse » les semi-conducteurs au phosphure de gallium peuvent fonctionner entre — 55° et + 500° C., le carbure de silicium demeurant « imbattable » aux hautes températures. D'après les laboratoires de la « Radio Corporation of America » on n'est pas loin d'utiliser l'arséniure de gallium dans la fabrication des semi-conducteurs ; ce composé peut maintenant être produit par divers procédés, à des degrés différents de pureté, en particulier avec des « degrés » de dislocation déterminés. La « Bell Telephone » signale l'utilisation d'un nouveau semi-conducteur ternaire intéressant : le tellurure d'antimoine et d'argent.

● *Le Premier Congrès international d'Océanographie.* — Organisé par l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, et sous les auspices de l'UNESCO, le premier congrès international d'Océanographie a récemment réuni à New-York plus de 1.000 spécialistes représentant 38 nations.

Parmi les sujets discutés figuraient en particulier : l'augmentation de la faune marine dans le but de nourrir la population croissante du globe ; la prospection du pétrole et la mise en exploitation des gisements sous-marins ; l'amélioration des prévisions atmosphériques par la meilleure connaissance des conditions physiques et de la mer ; l'étude de l'origine de la vie par celle du milieu marin, véritable bouillon organique, que certains qualifient de liquide amniotique originel où les premières cellules ébauchèrent les premières cellules de photosynthèse ; l'utilisation du milieu marin comme source de vitamines, certaines bactéries par exemple étant capables d'effectuer la synthèse des vitamines B ; enfin, la connaissance des reliefs du fond océanique est d'un précieux secours aux industries de la pêche, certains poissons se réfugiant vers les montagnes sous-marines ; c'est ainsi que leur découverte au large des côtes californiennes a permis en 1958 l'exploitation de bancs de thons pour une valeur de 1 million de dollars (d'après « Chemical and Engineering New »).

● *Carence en magnesium.* — Le « Scientific American » signale que des malades en traitement à Boston, et nourris par voie intraveineuse, se sont plaints de douleurs musculaires aiguës. Les symptômes étaient ceux d'une carence en calcium, d'autant plus étonnante que leur régime était riche en calcium. Un examen du sang par spectrographie a montré qu'il s'agissait d'une carence en magnésium, le taux de ce métal étant descendu à 50% du taux normal. Un traitement au sulfate de magnésium mit rapidement fin à cet accident.

Jusqu'ici, on ne considérait généralement pas le magnésium comme un élément biologiquement indispensable bien qu'on sût qu'il intervenait dans un certain nombre de fonctions enzymatiques.

● *Mécanisme de l'action des détergents.* — On sait que les détergents agissent surtout en augmentant la mouillabilité de l'eau, lui permettant ainsi d'adhérer aux graisses. A.S.C. Lawrence de l'Université de Sheffield a publié dans « Nature » les résultats de ses recherches sur ces phénomènes.

Les acides gras formeraient avec les solutions détergentes des « cristaux liquides ». La couche externe de l'acide gras se transforme progressivement en une couche de cristal liquide, la quantité de graisse diminuant ainsi au profit de la formation de ce composé avec la solution détergente.

La solubilité des acides gras dans les détergents augmente avec la température, d'où l'action plus énergique des détergents dans l'eau chaude que dans l'eau froide.



SCIENCES MATHÉMATIQUES

R. CARNAP. — Introduction to symbolic logic and its applications. — Un vol. 15 × 22, de XVI + 241 p., avec fig. Prix : 1 dollar, 85.

Livre tout à fait remarquable, car s'il va très loin dans les cheminements abstraits (en explicitant par exemple les systèmes d'axiomes pour la théorie des ensembles et l'arithmétique) il se distingue des ouvrages, aujourd'hui nombreux, publiés au sujet de la logique par le soin d'entourer cette science de ses applications, en allant des sciences déductives à la biologie, et sans préjudice de la physique théorique. On notera les 300 exercices donnant à ce traité un aspect des plus réalistes.

G. BOULIGAND.

R. COMOLET. — Introduction à l'Analyse dimensionnelle et aux problèmes de similitude. — Un vol. 116 p. (16 × 25), avec fig. Masson, Paris, 1958. Prix : 1 600 francs.

Exposé clair et substantiel d'une méthode schématisée, applicable à presque tous les objectifs visés par la Physique. Elle livre un processus de calcul qui facilite notamment les questions comportant de nombreuses variables. Pour la commodité du lecteur, l'auteur ne voit en l'Analyse dimensionnelle qu'une méthode mathématique et en ses équations que de pures relations où n'intervient pas la nature même de ce qu'on entend représenter par les symboles. Il se sert d'exemples pour montrer l'intérêt du théorème de Vaschy-Buckingham.

Vient ensuite la **similitude**, subordonnée à des conditions d'égalité entre groupements sans dimension. Cette forme donnée à l'exposé, outre son avantage de rigueur, permet d'expliciter les rapports entre la théorie dimensionnelle et la similitude. Elle conduit en outre à user d'une similitude restreinte dans les applications pratiques. Enfin, elle éclaire de nombreuses questions relatives aux systèmes d'unités.

G. BOULIGAND.

L. DERWIDUÉ. — Introduction à l'Algèbre supérieure et au calcul numérique algébrique. — Un vol. 420 p. 16 × 25, avec fig. et tal. Broché : 6 000 fr. Masson, Paris, 1957.

Ouvrage rédigé en vue des applications, mais offrant une base très large : théorie des équations poussée jusqu'aux systèmes, méthode générale d'élimination, théorème de Bezout général, variétés algébriques irréductibles, autant de thèmes préparant à l'aspect numérique des problèmes, en recourant à de petites machines à calculer. Développements importants sur les formes, les substitutions, le calcul matriciel, la théorie des groupes. Etude des critères de stabilité (Schur Routh, Hurwitz), à l'intention des électriciens. Sans négliger le côté mathématique, cet excellent ouvrage mène des connaissances propédeutiques au seuil de la haute spécialisation.

G. BOULIGAND.

L. E. DICKSON. — Linear groups with an exposition of the Galois field theory. — Un vol. 15 × 22, de XV + 312 p. Dover, New York, 1958. Prix : 1 dollard, 95.

La série des « Dover » actualise la place tenue dans l'histoire par le célèbre ouvrage de Dickson (paru vers 1900) en le faisant ici précéder d'une introduction, pleine d'intérêt, du professeur W. Magnus : ce livre est en effet comme un maillon d'une chaîne, suscitée par l'œuvre de Galois, et dans laquelle s'était inscrit en 1870 le fameux « traité des substitutions de Jordan ». Or les théories dont il s'agit, aujourd'hui très vivaces, ne sauraient être vues, à titre exclusif, en tablant sur les exposés récents, le plus souvent abstraits et trop schématiques. Une complémentarité doit s'exercer pour instruire solidement, en ce terrain si fécond pour qui veut dominer équations algébriques, systèmes de nombres complexes, équations différentielles, géométries aux prémisses variées. C'est dans ces pages qu'on trouve vraiment le **matériel d'exemples** qui, d'une manière progressive, détermine les démarches du théoricien en vue de l'atteinte naturelle de ses objectifs, dans les questions concernant les groupes linéaires et se laissant rattacher à la théorie des champs galoisiens.

G. BOULIGAND.

Daniel DUGUÉ et Maurice GIRAULT. — Analyse de variance et plans d'expérience. — Un vol. de 68 p. (12 × 20), dans la Coll. : Probabilités, statistique, recherche opérationnelle de G. Darmois. Paris, Dunod, 1959.

La nécessité d'offrir aux chercheurs statisticiens des résultats propres à l'efficacité des méthodes a déjà suscité dans la même collection un premier fascicule très remarqué : **ensembles mesurables et probabilisables.** L'Analyse de variance présentée dans le même esprit de large ouverture fait d'importants appels à l'algèbre. Ils apparaissent féconds en des recherches très diversifiées, sur la manière de condurie une expérience.

G. BOULIGAND.

H. G. FORDER. — The foundations of Euclidean Geometry. — Un vol. de 295 p. 14 × 20 (réimpr., Dover Publications, New York, 1958). Prix : 2 dollars.

Diverses routes se présentent pour exposer, à partir d'une base axiomatique, une synthèse des principaux thèmes de la géométrie euclidienne. On peut notamment édifier, dans une voie ouverte par H. Weyl, la géométrie

affine (relations de rectilignité et de parallélisme) à partir des notions : nombre réel, vecteur libre, point, puis greffer sur cette théorie (Th) la géométrie métrique ; on peut aussi, partant de Th, en dériver la géométrie projective, sous une forme permettant de voir en l'espace projectif P (n) un **espace quotient :** à ce titre, dans l'ensemble des vecteurs qui constituent l'espace vectoriel EV (n + 1) on confond **en un seul élément** tous les vecteurs de même direction. L'auteur n'a pas adopté ce raccourci, son choix s'étant porté vers les principes très solidement posés par Hilbert en ses **Grundlagen** et prolongés par Enriques en géométrie projective. Cette voie lui fait rencontrer des thèmes importants : transformations élémentaires, aires des polygones volumes des polyèdres. Chemin faisant, la continuité et l'analysis situs font l'objet de développements substantiels. Un ultime chapitre introduit par la somme des angles d'un triangle et les relations entre aires, à la géométrie non euclidienne.

Diverses listes (axiomes, constructions, symboles usuels) et un index facilitent le maniement de l'ouvrage. G. BOULIGAND.

W. S. JARDETZKY. — Theories of figures of celestial Bodies. — Un vol. cartonné de 246 p. 16 × 22. Interscience, New-York, 1958. Prix : 6 dollars, 50.

Ouvrage capital où, dépassant l'étude des planètes, on envisage au besoin les structures stellaires. Après avoir rappelé dans les premiers chapitres les résultats classiques (Jacobi, Poincaré, Liapounov, Lichtenstein, Wavre), l'auteur aborde des questions plus larges : formation des aspects de la croûte terrestre, compte tenu des mouvements internes et de la solidification ; il s'agit alors de figures peu différentes de l'ellipsoïde. Ayant traité des petites oscillations et des déformations progressives, il passe à divers systèmes, comportant soit un noyau rigide et une enveloppe fluide, soit une masse liquide sur laquelle flottent des solides, soit enfin, un solide avec cavités pleines d'un liquide. D'autres problèmes sont abordés à propos de la lune, de Mercure, de Vénus et aussi des étoiles doubles. Un champ nouveau de recherches notoires est ainsi mis à jour avec une organisation très estimable et garante de nouveaux progrès. G. BOULIGAND.

Ph. FRANKLIN. — An introduction to Fourier methods and the Laplace transformation. — Un vol. 15 × 22, de X + 288 p. (réimpr., Dover, New York, 1958). Prix : 1 dollar, 75.

Cet ouvrage ne peut manquer de trouver un large cercle de lecteurs, car les méthodes dérivant des séries et des intégrales de Fourier d'une part, de la transformation de Laplace d'autre part, y sont reprises à la base, en vue d'applications concrètes requérant des problèmes aux dérivées partielles, avec divers types de conditions aux limites. C'est pour les physiciens et les ingénieurs que le texte s'agrémente d'exercices (828 énoncés avec réponses). Un index bibliographique complète l'ouvrage. G. BOULIGAND.

H. FREUDENTHAL. — Logique mathématique appliquée. — T. XIV de la Coll. Logique math., A, dirigée par Mme Février. Un in-8 de 57 pages 16 × 26, avec fig., Gauthier-Villars, Paris, 1958. Prix : 1 200 fr.

Dès l'introduction, vues pénétrantes sur l'efficacité des méthodes mathématico-logiques pour une étude attentive du réel. Ces vues préparent dans la suite de l'exposé une certaine complémentarité :

1°) Outre ses applications mathématiques, la logique par son **calcul des propositions** a secondé la **théorie des réseaux électriques** et celle des **machines à calculer.** Ce genre nouveau d'applications a permis à l'auteur de préciser la description fonctionnelle des calculatrices.

2°) Revenant ensuite sur les remarques du début et analysant les influences de la logique en philosophie, la suite du texte met en lumière **diverses difficultés,** dont celles qu'on éprouve à interpréter **l'implication** et

d'autres concernant le **tranfert intentionel et modal.** Voie dans laquelle il faut sans doute reconnaître « Ce danger d'une logique mathématique accueillie avec trop de respect et de crédulité ! G. BOULIGAND.

Roger GODEMENT. — Topologie algébrique et théorie des faisceaux. — Un in-8 16 × 25, de 300 p. Hermann, Paris, 1938. Prix : 3 600 francs.

Partant des homologies, comme en son fameux mémoire au **Journal de Math.**, 9, t. 24, 1945, M. Jean Leray en approfondissant les propriétés des classes d'homologie à p dimensions, constituées avec des fermés de points d'un espace E, les a englobées par voie axiomatique, dans une notion plus générale, celle des représentations. Depuis lors, cette théorie est devenue un outil précieux pour tout ce qui touche aux variétés analytiques complexes et à la géométrie algébrique.

Ici, après avoir repris les bases de la question dans un exposé sur l'algèbre homologique (excellente initiation à la Topologie combinatoire), l'auteur donne un exposé autonome et détaillé de la théorie des faisceaux : cela, en simplifiant les méthodes et étendant leur portée. Il s'est notamment affranchi d'hypothèses qui ne permettaient pas d'accéder de la sorte à la géométrie algébrique.

D'autres applications se dessinent dans le champ des équations aux dérivées partielles. G. BOULIGAND

L. HOLZER. — Zahlentheorie T. II. — Un vol. 13 × 18, de 126 p., avec index. Teubner, Leipzig, 1959. Prix : 9 D.M.

Ce deuxième volume poursuit l'étude des corps de nombres algébriques, et développe largement la théorie du corps galoisien de degré 6 sur un corps cubique. S'inspirant de travaux de Hasse et d'autres, très récents, il traite en outre de la détermination du nombre des classes et de questions connexes (sans aller jusqu'à la théorie du corps de classes).

Les deux volumes couvrent en définitive tout un ensemble de questions en les rendant accessibles à des étudiants nombreux. Ils sont appelés à susciter des vocations dans le champ de l'Arithmétique supérieure.

G. BOULIGAND.

W. V. D. HODGE. — Theorie und Anwendungen harmonischer Integrale. — Un vol. cartonné de 246 p. 16 × 22. Teubner, Leipzig, et Cambridge University Press, 1958. Prix : 15,75 D.M.

La théorie et les applications des intégrales harmoniques se sont développées, depuis 1936, à partir des travaux de l'auteur, qui en fondant ce nouveau chapitre de l'Analyse, lui ont inféré pour support la géométrie de Riemann sur une variété orientable V. Les dites intégrales ont l'intérêt de faciliter sur V la mise en relation des propriétés locales et des propriétés globales. Les fondements de la question relèvent, comme il est naturel, de la géométrie différentielle et de la topologie ; la théorie elle-même s'apparente aux travaux de G. de Rham, lequel a publié en 1955, chez Hermann, un livre voisin. **Variétés différenciables** quant aux applications, elles concernent la **géométrie algébrique** et les **groupes continus.** De toutes manières, pour approfondir, on doit se reporter aux idées originales de Hodge, et désormais, le moyen en est très opportunément offert. G. BOULIGAND.

A. HUISMAN. — Le fil d'Ariane ou : Variations sur deux thèmes, la fonction linéaire, la fonction exponentielle. — Un vol. 15 × 22, de 212 p., cartonné, avec fig. et index. Wesmael-Charlier, Paris, 1959.

Ouvrage d'initiation, avec l'appui d'applications vraies, vécues, sans recours aux sciences pures, mais plutôt à des exemples de caractère économique. Marche ascendante assez rapide vers la dérivation, l'intégration, les équations différentielles. Présentation très attrayante. G. BOULIGAND.

A. D. MICHAL. — Le calcul différentiel dans les espaces de Banach. — Un vol. in-8 (16 × 25) de XIV-150 p., dans la Coll. E. Borel, sur la Théorie des fonctions. Gauthier-Villars, Paris, 1958. Prix : 3 000 fr.

On s'occupe ici, dépassant le stade des fonctions numériques de variables numériques, de fonctions exprimant la dépendance entre un élément antécédent et un élément conséquent, pris tous deux de nature quelconque (ou en bref : abstraits). On adopte donc le point de vue dont s'inspirent des publications nombreuses de M. Maurice Fréchet, qui a préfacé le présent ouvrage. Il s'agit ici du vol. I : **fonctions analytiques** (avec variable abstraite), **équations intégrales.** L'exposé ne suppose que les connaissances usuelles d'un licencié. Il atteint cependant, avec appui des espaces linéaires normés et des différentielles de Fréchet, des problèmes fonctionnels d'un haut degré

D. M. Y. SOMMERVILLE. — An introduction to the geometry of n dimensions. — Un vol. de 200 p. 14 × 20 (réimpr., Dover Publications, New-York, 1958). Prix : 1 dollar, 5.

Ouvrage d'introduction bien conçu, par la reprise des notions de base (incidence, parallélisme, perpendicularité, et angles de deux variétés linéaires et des notions indispensables). Méthodes énumératives, distinctions entre propriétés projectives, affines, métriques sont à la place qui convient. L'analysis situs vient en outre étayer la théorie des polytopes, c'est-à-dire des figures généralisant polygones et polyèdres ; y compris l'étude des polytopes réguliers.

G. BOULIGAND.

SCIENCES PHYSIQUES

P. AGERON — A. BONALDI — N. GAUZIT — T. REIS. — Technologie des réacteurs nucléaires publiée sous la direction de T. Reis. — **Tome I : Matériaux.** — Préface de L. Jacqué. — Un vol. 16×25, 570 p., 142 fig., Paris 1959, Eyrolles et Gauthier-Villars, édit. Prix relié, 6.900 fr. (69 N.F.).

Ce volume rassemble une très importante documentation d'ensemble sur les matériaux entrant dans la construction et l'exploitation des réacteurs nucléaires. Les conditions d'emploi très particulières de la technologie nucléaire et notamment l'action prolongée des rayonnements modifient les propriétés et exigent des préparations ou des mises en forme nouvelles.

La présentation des matériaux du point de vue technologie nucléaire qui ne peut se trouver dans les traités classiques est développée ici d'une façon systématique très simplement, mais complétée par une bibliographie permettant au lecteur d'aller éventuellement beaucoup plus loin.

Après un bref rappel des notions fondamentales de la physique nucléaire et une vue d'ensemble sur les principaux types de réacteurs par M. Reis, M. Gauzit décrit brièvement l'action des rayonnements sur la matière. MM. T. Reis et A. Bonaldi étudient ensuite les matériaux fissiles et fertiles : uranium, plutonium et thorium. Après des généralités sur des matériaux non fissiles de la technologie nucléaire, M. Bonaldi examine successivement les réflecteurs et modérateurs pour réacteurs à neutrons lents (béryllium, glucine, deuterium et eau lourde, graphite et modérateurs divers), les réfrigérants pour réacteurs (sodium, magnésium, aluminium, potassium, rubidium, zinc, étain, gallium et bismuth), les absorbeurs de neutrons (lanthanides, cadmium, bore, absorbeurs de la famille du platine, hafnium). P. Ageron étudie ensuite d'une part les matériaux de protection, d'autre part les matériaux de construction (exigences de la technologie nucléaire, zirconium et alliages, aluminium et alliages, magnésium, béryllium, aciers, nickel titane, tantale, molybdène, tungstène, céramiques, matériaux de revêtement).

G. PETIAU.

P. BACHMANN. — Notions pratiques de génie chimique. — 1 volume broché, 14×22, 152 pages, 26 figures, Dunod éditeur, Paris, 1959. Prix, 1.200 fr. (12 N.F.).

L'ouvrage comprend trois parties : corrosion de l'appareillage chimique, transmission de la chaleur et pompes à vide. Elles relèvent toutes de la construction des installations industrielles et, à ce titre, intéresseront les ingénieurs chimistes, ainsi que les étudiants qui cherchent à acquérir des connaissances pratiques à côté de leurs études théoriques. Chaque partie contient, après un exposé général, les notions théoriques fondamentales nécessaires à la compréhension du sujet ; l'aspect pratique de celui-ci est traité parallèlement à l'aide de formules accompagnées d'exemples de calculs.

Marc LAFFITTE.

Claude BENOIT. — L'Industrie atomique en France et dans le monde (Extrait de la revue « Perspectives »). Un fasc., 159 p., Paris 1959, Dunod, édit.

Ce petit ouvrage donne une excellente vue d'ensemble sur les problèmes d'économie politique posés par la création et le développement de l'industrie atomique.

Après avoir rappelé dans une première partie les données techniques fondamentales sur les sources, les conditions de production et d'emploi de l'énergie atomique, M. Benoit examine dans la troisième partie les facteurs économiques qui imposent la réalisation rapide des centrales nucléaires.

La troisième partie expose les politiques de développements suivies dans le monde : programme nationaux, accords et organismes internationaux de recherche nucléaire, rôle des entreprises privées devant les perspectives nucléaires et notamment groupements technico-financiers traitant en France avec le Commissariat à l'Energie atomique.

G. PETIAU.

Nathan GRIER PARKE III. — Guide to the litterature of Mathematics and Physics including related works on engineering Science. — Un vol. 436 p., Dover Publ., New York, 2ᵉ édit. 1958.

Cet ouvrage rassemble une très importante bibliographie (plus de 5 000 titres) sur les mathématiques et la physique. L'Auteur cite classés par rubriques réparties elles-mêmes selon l'ordre alphabétique les principaux ouvrages et incidemment quelques mémoires. Autant qu'il soit possible d'en juger l'auteur donne dans chaque rubrique les principaux ouvrages bien que l'on soit étonné quelquefois de l'absence de livres remarquables. Il semble que le classement ait été fait le plus souvent d'après les titres qui ne manifestent quelquefois que très imparfaitement le sujet d'un livre et aussi d'après la présence dans quelques bibliothèques américaines. Utile pour une première bibliographie générale cet ouvrage ne dispensera pas d'une recherche bibliographique complète.

G. PETIAU.

W. MIALKI. — Kernverfahrenstechnik. Eine Einführung für Ingenieure. — Un vol. XI-472 p., 179 fig., Gr.-8°, 1958, Springer-Verlag édit. Prix : 78 60 DM.

Cet ouvrage donne à l'usage des ingénieurs une vue d'ensemble sur les grands problèmes techniques associés à la production d'énergie d'origine nucléaire. Après un rappel des notions fondamentales de physique nucléaire une grande partie de l'ouvrage est consacrée à la technique des réacteurs nucléaires : conditions de formation et d'entretien des réactions en chaîne et développements de neutroniques correspondants, description et étude des différents types de réacteurs thermiques considérés actuellement, réglage et fonctionnement des réacteurs. M. Mialki examine ensuite les problèmes associés au choix des matériaux utilisables dans les diffé-

rentes parties des réacteurs, les problèmes de protection contre les rayonnements, les techniques de régulation et de mesure, les techniques de séparation isotopique, le problème du transport et de l'utilisation de l'énergie thermique produite dans les réacteurs, les technologies de la purification de l'uranium et de l'enrichissement isotopique. Une série d'appendices rassemble des données numériques. Un lexique allemand-anglais et une bibliographie sur la technologie de l'énergie atomique complètent l'ouvrage.

G. PETIAU.

F. M. PENNING. — Décharges électriques dans les gaz. — Traduit du hollandais par Merry Cohu, 70 pages, 29 figures, Dunod, Paris, 1958.

Cet ouvrage, dû au regretté F. M. Penning, donne à tous les techniciens qui s'intéresse au problème de la décharge dans les gaz une description générale de ce phénomène, qui pourra servir de point de départ pour une étude approfondie.

Voici l'extrait de la table des matières :

Ch. I - Décharges dans les gaz dans la nature.
Ch. II. Conductibilité électrique dans les métaux et les gaz.
Ch. III - Décharges non autonomes.
Ch. IV - Les mouvements des électrons et des ions dans un gaz.
Ch. V - Décharges par arc non autonomes.
Ch. VI. Décharges de Towsend et disruption.
Ch. VII - Etincelle et éclair.
Ch. VIII - Décharges à lueurs.
Ch. IX - Décharge par arc autonome.
Ch. X - La colonne positive.

M. PARODI.

C. SANDORFY. — Les spectres électroniques en Chimie théorique. — Un vol. broché 14 × 22 cm, 230 pages, 2 000 francs, Editions de la Revue d'Optique théorique et instrumentale, Paris, 1959.

Comme l'indique M. L. de Broglie dans la préface, M. Sandorfy, professeur à l'Université de Montréal, « expose dans ce livre, les renseignements que l'étude des spectres visibles et ultraviolets nous apporte sur les interactions de la lumière avec les électrons **chimiques**, c'est-à-dire avec les électrons qui occupent la périphérie des atomes et assurent la liaison des molécules ». Mais l'auteur n'a pas voulu donner une vue d'ensemble des résultats obtenus ni résumer les travaux publiés sur la question. Il s'est proposé de faciliter la tâche à ceux qui désirent s'initier aux calculs de chimie théorique ayant trait aux problèmes des spectres électroniques. Pour cela il examine les travaux d'un certain nombre d'auteurs et donne quelques exemples numériques dont l'absence fait souvent apparaître aux chimistes les difficultés des calculs plus grandes qu'elles ne sont en réalité. On conçoit qu'ainsi conçu cet ouvrage rendra de grands services à ceux qui sont attirés par la chimie théorique.

P. LAFFITTE.

Caractéristiques des Corps Chimiques purs et techniques : les Amines. — les Nitriles,. — Un fascicule 21 × 27 cm, contenant 29 fiches, broché sous jaquette, 1 250 fr., Dunod Edit., Paris, 1958.

On trouvera dans ces fiches l'ensemble des renseignements connus concernant les propriétés physiques et chimiques, les origines naturelles ou industrielles, les débouchés actuels et les applications futures envisagées des substances étudiées. Ces fiches ,présentées sous une forme extrêmement

pratique, constituent sous une présentation moderne de véritable tables de constantes, destinées à **rendre de multiples services** à tous les chimistes et même aussi aux physiciens.

Comptes rendus du Congrès des Sociétés Savantes de Paris et des départements, 1958. — Un vol. in-8, 640 pages. Paris, 1958, Gauthier-Villars éditeur.

Ce volume contient les comptes rendus de la Section des Sciences, réunie à Aix et Marseille en 1958, sous le patronage du Comité des Travaux historiques et scientifiques. Il y a tout juste cent ans que se tint à Paris le premier Congrès des Sociétés savantes.

La réunion s'est enrichie d'un Colloque sur la Camargue.

Une centaine de communications et un volume de 640 pages témoignent de la vitalité de cette organisation.

R. F.

Guide international des sources européennes d'information technique. — 1 brochure 15 × 24 cm, 447 pages, 800 fr., publiée par l'O.E.C.E., Paris, 1958.

Ce guide est une publication nouvelle et à jour qui contient 340 sources sélectionnées en Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, France, Grèce, Italie, Norvège, Pays-Bas, Royaume-Uni et Suède. On y trouvera les organisations scientifiques et industrielles des onze pays précédents qui s'occupent de recherche dans diverss domaines : chimie, physique, génie, métallurgie, bâtiments, textiles, cuir, matières plastiques, bois, etc. Le guide comporte également un index analytique et une liste alphabétique des sources d'information technique.

L'Industrie de l'Electricité en Europe, 1957-1975. — 1 brochure 15 × 24 cm, 144 p., 650 fr., publiée par l'O.E.C.E., Paris, 1958.

Tous les deux ans le Comité de l'Electricité de l'O.E.C.E. analyse, dans un rapport général, la situation de l'industrie dans les pays de l'O.E.C.E. Chacun de ces rapports est l'occasion d'une étude détaillée des principaux problèmes intéressant cette industrie. Dans le rapport actuel une attention spéciale a été portée aux perspectives d'évolution à moyen et à long terme pour la période s'étendant jusqu'en 1975.

Les difficultés auxquelles se heurte l'industrie pour se développer de façon suffisante pour assurer la demande sans cesse croissante sont analysées en détail. Un accent particulier est mis sur le problème des investissements, sur l'évolution des coûts de production et des prix, ainsi que sur les problèmes de main-d'œuvre. Le champ d'application de l'énergie nucléaire fait également l'objet d'un chapitre spécial.

SCIENCES NATURELLES

Professeur Léon BINET. — Ce monde passionnant des oiseaux. — 1 vol. 219 p. — Les Productions de Paris.

Le Professeur Léon Binet porte un grand intérêt au monde animal auquel il a déjà consacré plusieurs volumes qui ont connu un grand succès.

Ce succès vient de que ces livres ne sont pas un énoncé aride de données anatomiques ou de nomenclature d'espèces. Léon Binet décrit ce qu'il voit en physiologiste, en naturaliste et souvent en poète. Chacune de ses observations est pour lui l'occasion de conter une anecdote ou de rappeler des faits biologiques à la portée du lecteur. La lecture de ses livres est de ce fait attrayante et instructive.

Dans ce nouveau volume, il s'occupe de ses oiseaux préférés : le chardonneret, la mésange, la linotte, le geai et les oiseaux du lac avec la

vie du cygne. Il leur oppose l'oiseau bavard et sanguinaire qu'est la pie. Dans des chapitres généraux, l'auteur décrit les nids, le chant des oiseaux et leurs jeux. Il expose et ananlyse la couleur de leur plumage.

Il s'occupe ensuite de deux volières, la grande et belle volière que représente la cité parisienne et la volière inanimée qui décore son cabinet de travail. Enfin, en physiologiste averti, il termine par des considérations sur l'oiseau au service de la Science.

C'est un livre qu'on aura plaisir et profit à lire et à méditer.

J. VERNE.

Jean-Louis JAEGER. — La géochimie. — Paris, Presses Universitaires de France, 1957, 118 p., 3 fig. (Collection « Que sais-je ? », 759).

Science jeune, dirons-nous, ainsi que le prouve l'historique qu'en donne l'auteur dans les 16 premières pages, la géochimie est aussi une discipline complexe. Le domaine de son étude étant l'écorce terrestre, envisagée sous ses aspects chimiques, il convenait donc de donner sur celle-ci les indications préliminaires indispensables. Descriptive, mais aussi nécessairement explicative et, de plus, appliquée, ce qui lui a valu pour une part le remarquable essor que nous lui connaissons en U.R.S.S., la géochimie fait donc appel à une foule de données puisées dans d'autres disciplines des sciences de la terre, dans la physique, la chimie, etc... L'auteur insiste sur l'aspect explicatif, théorique, qui est la conquête la plus caractéristique de la géochimie ; il est donc amené à consacrer trois chapitres à une vue d'ensemble sur les idées modernes relatives aux éléments chimiques, à leurs combinaisons et à leur classification géochimique. La notion de différentes sortes de clarkes — ou teneurs moyennes des éléments — est une des premières et des plus importantes données géochimiques, à laquelle l'auteur consacre un chapitre. Les modifications chimiques que subit l'écorce terrestre sont faits connus, mais à l'échelle géologique du temps et dans le cadre de l'ensemble du globe, elles prennent la forme d'une reconstitution générale et vivante de l'histoire de la terre. De cette idéale reconstitution l'auteur retient, sans l'approfondir, la notion de cycles géologiques et géochimiques ; dans l'état actuel de nos connaissances il eut été difficile d'aller plus loin. Enfin les éléments radioactifs font l'objet d'un chapitre spécial, non pas tant pour motif d'actualité, qu'en raison de leur rôle particulier et important. La partie consacrée aux applications de la géochimie (les 13 dernières pages) peut paraître un peu mince, mais encore faut-il tenir compte de l'obligation où se trouve l'auteur de présenter un résumé dans un nombre limité de pages.

Les lecteurs de formation essentiellement naturaliste auront sans doute tendance à commencer l'ouvrage par les derniers chapitres, qui, en somme donnent les observations, tandis que les premiers leur apporteront les notions de physique indispensables pour la compréhension des vues théoriques, surtout s'ils désirent approfondir leurs connaissances en géochimie d'après la bibliographie que Jaeger cite à la fin de son livre. Celle-ci d'ailleurs nous prouve que nous n'avons pas en langue française de traité de géochimie récent, mais il aurait pu cependant citer plus explicitement deux traductions effectuées par le Service d'Information géologique du B.R.G.G.M. : « Œuvres choisies » de Fersman et « Analyse par broyage de poudres en géochimie » d'Isakov.

Exposé clair et méthodique, le petit volume que nous présentons au grand public cultivé et aux milieux enseignants, remplit parfaitement son rôle. Nous aurions certainement apprécié une illustration plus abondante, que la place trop restreinte n'a pas permise. Je ne sais si le mot « gîtologie » et l'adjectif correspondant, que l'auteur utilise, prendront place officielle dans le dictionnaire, mais ils sont fort commodes.

J. ROGER.

RUDNICK (D.), editor. — Developmental Cytology. — Un vol., 215 p., 28 fig., 23 pl., The Ronald Press Company, édit., New-York, 1959, Prix : 7 $.

Ce volume rassemble les communications présentées au 16ᵉ Symposium de la Société américaine pour l'étude du développement et de la croissance, qui s'est tenu en juin 1957. Il présente les progrès récents dans la connaissance des structures et des fonctions cellulaires particulièrement en ce qui concerne les processus de différenciation et leur contrôle génétique. Les cellules étudiées sont d'origine très variée, allant des Protistes, des prothalles de Fougères, des végétaux supérieurs aux cellules de Vertébrés (y compris l'homme), normales et cancéreuses, étudiées **in vitro** et **in vivo.** Plusieurs auteurs traitent des altérations des chromosomes (en nombre et en forme) en rapport avec la différenciation cellulaire. D'autres décrivent les organites cellulaires autres que les chromosomes (nucléoles, chloroplastes, etc.) et leur modification durant le développement ou dans les différents états physiologiques de la cellule.

Ces rapports résument donc les progrès accomplis dans un grand nombre de domaines, toujours du point de vue des relations entre structure et fonction dans la cellule elle-même. On ne peut d'ailleurs en donner une meilleure idée qu'en énumérant les différentes questions traitées :

1. Différenciation nucléaire et cytoplasmique chez les Protozoaires (J. PREER).
2. Modifications chromosomiques quantitatives et différenciation chez les plantes (C. PARTANEN).
3. Variations numériques des chromosomes chez les animaux supérieurs (T. HSU).
4. Modifications nucléaires et cytoplasmiques dans les tumeurs (G. et E. KLEIN).
5. Différenciation chromosomique chez les Insectes (W. BEERMANN).
6. Modifications nucléolaires en relation avec des altérations du métabolisme cellulaire (H. STICH).
7. Modifications des chloroplastes au cours du développement et leur contrôle génétique (D. von WETTSTEIN).
8. Modifications de l'ultrastructure des organites cytoplasmiques au cours de la différenciation (D. FAWCETT).
9. Interactions métaboliques dans les structures cellulaires (A. LEHNINGER)

Table analytique des matières
contenues dans le tome LXVI de la R. G. S.

I. *CHRONIQUE et CORRESPONDANCE*

II. *ARTICLES ORIGINAUX*

Sciences Mathématiques

Sciences Physiques

Sciences Naturelles

III. *INDEX DES AUTEURS DONT LES TRAVAUX ONT FAIT L'OBJET D'UN COMPTE-RENDU*

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

X

Dépôt légal - 1er Trimestre 1960 : n° 6407. Le Gérant : R. CONSTANS.
Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon.